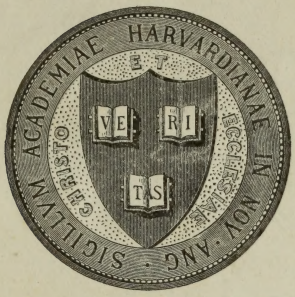
3 2044 106 359 656

MF
3
Ei8p



HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY

OF THE

GRAY HERBARIUM

Received 25 February 1911

EX LIBRIS E.F.NOLTE M.D.

Die

Pflanzenordnung

der

Gonatopteriden

oder

Hydropteriden,

(Gliederfarne, Wasserfarne).

Von

Dr. **G. A. v. EISENGREIN.**

Die

Pflanzenordnung

der

Gonatopteriden oder Hydropteriden,

(Gliederfarne, Wasserfarne),

dargestellt in der

Charakteristik und Entwicklungsgeschichte ihrer Familien, der Lycopodiaceen, Characeen, Equisetaceen, Rhizokarpen, Isoëteen, Ophioglosseen und Marattiaceen nebst Einleitung und Darstellung des Uebergangs der Moosvegetation.

Von

Dr. G. A. v. Eisengrein,

Professor an der Grossherzogl. Bad. Universität und am Lyceum in Freiburg.

Erscheint zugleich als 7—11tes Heft der Einleitung des Verfassers in das Studium der Akotylen.

Frankfurt a. M.

bei *Heinrich Ludwig Brönner.*

1848.

Feb. 25, 1941
Gray Herbarium
Harvard University.

Ἔοικε δὲ καὶ ἡ ἐν τοῖς φυτοῖς ἀρχὴ ψυχή τις εἶναι· μόνης γὰρ ταύτης κοινωνεῖ καὶ ξῇ α καὶ φυτά.

Aristoteles.

Wer mit dem hungrigen Verstande zur Natur kommt, — wem es an Sinne und eigenem Leben fehlt, — auf den ist nicht gerechnet.

Schelver (Zeitsch. f. organ. Physik).

Druck von Adolph Emmerling in Freiburg i. B.

Dem

Herrn Geheimen Hofrath

Dr. Karl Zell,

Professor der Archäologie und altklassischen Philologie an der Universität Heidelberg, correspondirendem Mitgliede des Grossherzoglichen Oberstudienrathes, Ritter des Zähringer Löwenordens u. s. w.

Seinem ehemaligen Lehrer

als ein Zeichen seiner Dankbarkeit und Hochachtung

gewidmet

vom

Verfasser.

Vorrede.

Fundamentum est perpetuae commendationis et famae justitia, sine qua nihil potest esse laudabile.
Cicero (de offic.)

Obwohl noch kein Gegenstand der wissenschaftlichen Botanik so sorgfältig nach allen Seiten und Gesichtspunkten untersucht wurde als das *Blüthenwesen* und die *Samenproduktion*, so herrscht dennoch nirgends mehr so viel Dunkel, Widerspruch und Verkehrtheit der Ansichten und Begriffe als hierüber. Die Gründe davon liegen nahe. Denn wenn auch diese grossentheils von den vielen nicht leicht zu überwindenden Schwierigkeiten der Sache selbst ausgehen, so ist doch auch sehr Vieles in subjektiven Mängeln und Missgriffen der Bearbeiter zu suchen. Die bisherige Botanik ist darum ungeachtet der grossartigen Schöpfungen von Linné, Jussieu u. A. in ihrem gegenwärtigen Zustande noch *keine eigentliche wahre Wissenschaft!* Wie Wenige konnten sich nach jenen Vorgängern zum freien selbstbewussten Fortschreiten in wahrhaft wissenschaftlichem Forschen und zu selbstständigem tieferen Eindringen in die wahre Grundlage der Lebenserscheinungen erheben! Das Studium wanderte im Kleinen und Einzelnen fort, auf dem Gebiete, welches jene bebaut hatten, zwar sorgsam fortarbeitend, im Untergeordneten bessernd, von Unkraut

vorausgehen lassen, sondern glauben auch darin die Wahl und Ausführung der Hauptaufgabe des Gegenstandes dieses Buches gerechtfertigt, indem wir von der Voraussetzung ausgingen, dass doch wohl die *wahre ursprüngliche Natur* der *Blüthentheile* sich da am Klarsten und Anschaulichsten demonstriren lassen müsse, wo sie sich zuerst in ihrer Grundlage ansetzen, allmählig fortschreitend entwickeln und ausbilden. Dies geschieht aber hauptsächlich in den hier behandelten Kreisen der ersten Klasse, so wie in deren Uebergangsstufe in die Monokotylen, (im Fortschritt aus den Ringfarnen in die Palmen durch die Cycadeen), worüber unsere Arbeit unmittelbar nach dieser erscheinen wird. Denn, wenn wir die strenge Folge des vegetativen Lebenssystems in der Klasse der Akotylen auch in der Reihe unserer schriftlichen Arbeiten hätten einhalten müssen, so wäre den drei ersten Heften unserer Einleitung in das Studium der Akotylen die Behandlung der Pilze und Schwämme (4tes Heft) gefolgt, an welche sich (als 5tes und 6tes Heft) die der Tange, Leber- und Laubmoose hätte anschliessen müssen, deren Bearbeitung jedoch bald nachfolgen wird. Jede Pflanzenordnung kann aber für sich selbstständig wissenschaftlich abgehandelt werden, wenn nur die Grundlage des Vegetationskreises, aus der sie hervorgeht, und ihr Zusammenhang damit, wie wir hier in der Darstellung der Moosvegetation versuchten, gründlich erörtert wird.

Das Resultat unserer Untersuchung in dieser Ordnung über die Charakteristik der *Blüthentheile* hat uns zu einer der bisherigen allgemeinen Lehre der Botanik ganz entgegengesetzten Wahrheit geführt, nach welcher *beide* Fruktifikationsgebilde, Staubgefässe sowohl als Pistille, nie und nirgends *Blatt-, sondern durchaus Axenorgane sind.* Nur in dem Verkennen

der wesentlichen Verschiedenheit dieser Organe konnte jene so irrige Verwechselung wurzeln. Denn, obwohl die Blüthentheile durch das Vorherrschen gesteigerter Reife und des Expansivtriebes oft in den *Anschein* von Blattwesen zurücksinken, so werden sie doch eben so wenig Blattorgane als z. B. die expandirten oder geflügelten Stengel und Zweige Blätter werden. Das *eigentliche Blatt* gehört dem Ernährungs- und Assimilationsapparat der Pflanze an, der sich nicht zum Fortpflanzungsapparat erheben kann. Es ist somit das gerade *Gegentheil* des Fortpflanzungsorgans, indem es statt des Erhaltungstriebs in Ansetzung von Keimen vielmehr auf die Zerstörung derselben und *gegen* den Bestand des Knospenwesens gerichtet ist. In ihm herrscht die Abhängigkeit vom Luftprocesse, die Destruktion, so wie die Oxydation und Zersetzung der Stoffe, der Austausch der Gase in Vermittelung der Oberhautzellen und Spaltöffnungen, die Chlorophyllentwicklung.

Ausser dieser hohen Bedeutung *dieser Ordnung* für das tiefere Verständniss der höchsten Pflanzenorgane ist die noch grössere Wichtigkeit derselben in *physiologisch systematischer* Hinsicht nicht zu verkennen. Auch hievon liegt der Grund in der Stellung derselben und in der Charakteristik dieser Stufe, da in der hier herrschenden Schwebe der Erscheinungen zwischen äusserlichen und innerlichen Zuständen die sonst heimlichsten Vorgänge und Verrichtungen der Vegetation hier sich mehr der Anschaulichkeit hingeben. Möchte die Ausführung dieses Unternehmens, welches bei dem verworrenen fast trostlosen Zustande, in dem die systematische und physiologische Botanik insbesondere in *diesen Kreisen* bisher lag, ein dringendstes Bedürfniss ist, nicht hinter den Anforderungen der wissenschaftlichen Aufgabe zurückgeblieben sein!

Denn sehr grossen Schwierigkeiten und Hindernissen begegnet man in der Ausführung einer solchen Aufgabe auf neu betretener Bahn. Zwar ist ein nicht geringes Material über diese Vegetationskreise angehäuft, allein nur als eine rudis indigestaque moles. Ohne Grundlage von leitenden Maximen, ohne Methode und Orientirung schweifte man in planlosem Hin- und Herrathen irrlichtelirend auch hier wie überall im botan. Gebiete umher. Wo bei solchen Studien noch ein gesundes Naturgefühl mit einem durch vielfache Uebung ausgebildeten botanischen Sinne (um mich so auszudrücken) und mit geläutertem Takt in Auffassung des Wahren und Natürlichen der Verwandtschaftsverhältnisse waltet, kann zwar allerdings einiges Erspriessliche in Ermittelung des Gemeinsamen der Erscheinungen, so wie ihrer Angrenzungen und Uebergänge zu folgenden Gradationen, geleistet werden. Allein da ein solches Bestreben mehr Gemüthssache ist und von der Subjektivität abhängt, die so leicht Täuschungen ausgesetzt ist und keine Rechenschaft, geschweige eine gründliche, über ihr Werk ablegen kann, so verbürgt auch keine wissenschaftliche Begründung die Sicherheit und den Bestand des auf diese Art wirklich oder scheinbar Errungenen. Und dennoch wird dieses *System* von *Täuschungen*, das immer Einer verkehrter und confuser als der Andere und Keiner recht hat, *natürliches System des Gewächsreichs* genannt, gleichsam wie zum Hohn auf das *wahre* Natursystem, so dass man glauben könnte, dieses spuke nur in den Köpfen! Darum ist es jetzt höchste Zeit, den nothwendigen, obwohl weit schwierigeren, Weg einzuschlagen, welcher zugleich die wissenschaftliche Begründung und Rechtfertigung nach Massgabe der bestimmt geregelten physiologischen Gesetze des Wechsels

des vegetativen Lebens enthält und die Gesetze der Bewegung und Wandelbarkeit der Gestaltung im stufenweisen Fortschritt der Entwicklung nach einer geregelt-abgemessenen Lebens- und Formgeschichte befolgt, während jene Methode gewöhnlich in eine banausische Technik und in ein seelenloses Registraturgeschäft, in Formuliren, widernatürliches Construiren und künstliches Typisiren von starren in sich abgeschlossenen Zuständen und von todter Aeusserlichkeit ausartet.

Im Hinblick auf so bedeutende Erfordernisse und vielfache hohe Ansprüche würde ich keineswegs gewagt haben, mich einem solchen Unternehmen zu unterziehen, wenn nicht ausser Anderm die Ermuthigung dazu durch die beifällige Anerkennung der Kritik hinsichtlich des wissenschaftlichen Werthes einer frühern grössern Arbeit von mir über die *Ordnung der Leguminosen*, deren Bearbeitung auf derselben Grundlage, derselben Methode und gleichen leitenden principiellen Leuchten beruht, meinen Eifer dafür erhöht und meine Ausdauer darin rege erhalten hätte. Dass ich daher, wenn auch kein pekuniärer Gewinn daraus zu erwarten ist, auf den man heutigs Tags bei rein wissenschaftlichen Unternehmungen schon von vornherein verzichten muss, Zeit und Mühe hier eben so wenig als bei meiner Arbeit über die Leguminosen unnütz geopfert habe, dafür bürgen mir die unbefangenen über jene erschienenen öffentlichen Beurtheilungen, wie z. B. jene eines Recensenten in der Berliner literar. Zeitung von 1837 Nro 5, der sich in folgenden Worten ausspricht: „Vorliegendes Werk über die Leguminosen ist eine seltene Erscheinung in der Literatur der physiologischen Botanik. Es ist ein Werk, dessen Ausarbeitung eine Reihe von Jahren in Anspruch genommen haben muss. Denn es ist voll von Beobachtungen

aber auch reich an Ansichten und Theorien. Mögen letztere auch nicht immer dem allgemeinen Glauben der Botaniker entsprechen, so ist dieses Buch dennoch ein schönes Denkmal, welches sich der Verfasser gesetzt hat. Er zeigt sich in diesem Werke als ein hochsinniger Denker, der seinen eigenen Weg eingeschlagen und die ganze Aufgabe dieses Buches sorgsam durchdacht hat. Der erste Theil desselben enthält die physiologische Entwicklung der Grundformen und ihrer Abweichungen, der zweite die Geschichte der Bildungsstufen in der Folge und Metamorphose der Gattungen der Leguminosen. Wir erkennen an, dass es eine schwere Aufgabe war, ein solches Buch zu schreiben. Sicherlich wird das Erscheinen dieses Werkes ähnliche Arbeiten über andere Familien hervorrufen *) und dieses könnte zu den erfreulichsten Resultaten führen."

Dessgleichen schreibt die Linnäa im XI. Bd. S. 219 darüber: „Dieses aus langem Studium der Familie der Hülsengewächse hervorgegangene Werk lässt sich ohne eine genaue und anhaltende Beschäftigung mit zahlreichen Formen dieser schönen Familie im lebenden wie im getrockneten Zustande nicht füglich beurtheilen. Wir begnügen uns daher, Diejenigen, welche sich vorzugsweise dieser Familie ergeben haben, so wie alle Freunde einer ernsten und vergleichenden Betrachtungsweise, auf dieses Werk aufmerksam zu

*) Bereits sind es *über* zehn Jahre seit dem Erscheinen meines Werkes und dennoch keine Anzeichen vorhanden, dass jene Prophezeiung so bald in Erfüllung gehe. Zwar „lallt sich's so leicht nicht drein" wie Buerger singt. Allein bei dem gegenwärtigen kritischen Zustande und Herannahen eines entscheidenden Wendepunktes der Botanik kann eine solche *Reform nicht lange mehr* ausbleiben.

machen und zum Studium desselben aufzufordern. Gewiss wird sich ein jeder beim Studium dieses Werkes angezogen fühlen durch die Fülle der Beobachtungen, die gegenseitige Verknüpfung der Thatsachen zu einem Ganzen und durch interessante Ergebnisse.“ Eben so schrieb Prof. Dr. Meyen in Wiegmann's Archiv Band II, S. 78 darüber: „Dr. G. A. Eisengrein in Freiburg hat ein grossartiges Werk geliefert, worin die Leguminosen in morphologischer Hinsicht sehr speciell erörtert werden und zugleich ihre nahe Verwandtschaft mit einigen andern Familien, die dem Habitus nach so weit entfernt stehen, dargethan wird. Es würde nicht leicht möglich sein, über den reichen Inhalt dieses so fleissig gearbeiteten Werkes auf einem kleinen Raume zu referiren; daher ich auf das Buch selbst verweisen muss.“

Diesen Beurtheilungen, denen noch andere wie z. B. jene der allgemeinen Literaturzeitung vom Febr. 1837 Nro 35 zur Seite gehen, füge ich hier nur noch die Würdigung meines Werkes durch einen der ersten Botaniker Deutschlands bei. Es sprach nämlich der königl. sächs. Hofrath und Prof. der Naturgeschichte, Dr. Reichenbach zu Dresden in seinem 1837 erschienenen Handb. d. natürl. Pflanzensystems S. 40 sein Urtheil darüber in folgenden Worten aus: „Gross sind die Ansprüche, welche die Aufgabe macht, den Typus der Pflanzenfamilien in der Natur wirklich zu finden. In diesem Bestreben, welches das Problem unseres Jahrhunderts ist, liegen schon einige wenige aber treffliche Leistungen vor. Ich gestehe gerne, dass mich aber, ausser den grossen Arbeiten unsers lieben Martius, Mohl und Nees von Esenbeck kaum etwas aus deren Bereich so angesprochen hat, als Eisengrein's Familie der Schmetterlingsblüthigen; und ich

darf dies um so unparteiischer anssprechen, als derselbe meine kleinen Arbeiten nicht kennt, wenigstens nur den Conspectus citirt — wahrscheinlich weil seine Arbeit schon früher vollendet wurde, bevor meine Flora germanica mit ihrer Metamorphose der Pflanzenwelt Mitteleuropa's erschien — aber auch ich selbst nur aus diesem seinem Werke ihn kenne. Eisengrein ist mir in diesem seinem ausgezeichneten Werke als derjenige Botaniker erschienen, von dem Vittorio Alfieri, jene hohe edle Natur, schon vorahnend sagte: „„O seltene, wahrhaft himmlische Gabe, wer in Naturkunde zugleich dem Verstande und dem Gefühle zu folgen weiss““. Und ich gestehe gern, dass ich bei dem Lesen seines Buches den Wunsch in mir nicht beruhigen konnte, es möge in Deutschland ein volles Duzend botanischer Schriftsteller geben, wie Eisengrein ist. Diese klassische Bildung, welche hier waltet, diese Cultur des Gemüths, welche sich hier ausspricht, das sind ja Eigenschaften, welche recht eigentlich als edle Zierden und Typen dem Charakter des Deutschen angehören.“

Ich wünsche nun zwar, dass auch diesem Werke solche günstige Aufnahme zu Theil werden möge; *ἥδιστον γὰρ ἄκονόμα ὁ ἔπαινος.* Allein meine Wünsche gehen weiter. Ich möchte auch nachhaltig anregende Wirkung auf die allgemeine wissenschaftliche Behandlung dieser Disciplin in weitern Kreisen erfolgen sehen. Dem alten Schlendrian sollte ernstlich entsagt werden. Eben so wird mir ferner kein billig Denkender den Wunsch verargen, für meine vieljährigen mühesamen Anstrengungen und harten grossen Opfer (die nur Männer vom Fach ermessen können) einiger reellen Entschädigung theilhaftig zu werden. Leider ist dazu sehr wenig Aussicht! Denn auf Buchhändlerhonorar

muss man heutigs Tags bei wissenschaftlichen Werken ohnehin verzichten, was man jenen nicht wohl verargen kann, da so wenige Leute wissenschaftliche Werke zu kaufen scheinen. Ueberdies ist es eine traurige Erfahrung, dass manche Botaniker sich schon glücklich fühlen, wenn ihnen ihre industrielle Botanik ihr nöthiges Einkommen sichert und sie wie eine milchende Kuh mit Butter versorgt! Um was brauchen sich Solche weiter zu kümmern!

Dass aber auch von den Behörden, ja selbst zuweilen von Lehranstalten sogar bei Besetzung von höhern Lehrstellen nicht immer vorzugsweise auf wissenschaftliche Leistungen Rücksicht genommen wird, würde man wohl nicht glauben, wenn es nicht die Wirklichkeit in so manchen Fällen nachwiese. Nicht wer heutigs Tags in Wahrheit sagen kann:

„Exegi monumentnm ære perennius", sondern wer *Gunst und Protektion* hat, dem werden solche Glücksgüter beschieden. Hat ein solcher auch nur eine ganz unbedeutende Arbeit geliefert, aber sie durch Zeitungsartikelchen u. dgl. ungeachtet ihrer Leere ausposaunen lassen, um sich in den Augen von Layen mit einem gewissen Nimbus zu umgeben, überdies dabei Protektion durch Vetterschaft, Familieneinfluss und andere Machinationen, so wiegt dergleichen oft mehr als Wissenschaft und Verdienste. Zwar können wissenschaftliche Männer des Faches selbst nicht durch dergleichen marktschreierische Anpreisungen und anmassende Lobhudeleien irre geführt werden. Allein auf solche sind dergleichen Umtriebe nicht berechnet. Leichter aber werden Layen darin getäuscht, wie z. B. Staatsbeamte, von deren Gunst oft allein die Verleihung der Lehrstellen abhängt, da man sich bekanntlich nicht immer an die

Vorschläge von Fakultäten u. s. w. binden kann. Wie in manchem Anderen, so möchte wohl auch hierin das Universitätswesen einer Reform bedürfen. Denn wie können Juristen, von denen die betreffenden Staatsämter besetzt sind, jedesmal beurtheilen, was für wissenschaftliche Bewegungen und kritische Zustände zur Zeit auf dem Gebiet dieser oder jener ihrem juridischen Kreise fremden Disciplin wie z. B. Botanik, Chemie, Physiologie u. s. w. herrschen, um solche Lehrstellen zweckmässigst zu besetzen? Dazu möchte vor Allem eine *collegialische* Entscheidung und Oberaufsicht vortheilhafter wirken können, worin auch competente Männer vom Fach Stimmen hätten. In dieser Ueberzeugung wird man sicherlich bestärkt durch die Kenntniss so mancher Vorkommnisse, wozu es scheint, dass ich selbst vor Kurzem einen mich auf's Aeusserste benachtheiligenden Beitrag habe liefern müssen, aus dem vielleicht zu folgern wäre, dass auch in constitutionellen Staaten bisweilen das alte Sprüchwort:

„Kunst ohne Gunst ist umsunst"

seine Geltung habe. Als nämlich von den *höhern Lehrstellen* für Naturgeschichte und Botanik in Baden, deren es nur wenige gibt, vor etwa zwei Jahren zwei der vorzüglichsten vacant wurden, die eine an der Universität Freiburg durch den Tod von Hofr. Prof. Perleb, die andere am polytechnischen Institut in Karlsruhe, so wollte es aufmerksame Beobachter schon bei den Präliminarien zur Wiederbesetzung der ersten dünken, als wenn vom ersten Anfang her ohne Bevorzugung in wissenschaftlichen Leistungen die Angelegenheit sich um das Hauptziel gedreht habe, dass bei dieser Gelegenheit der Sohn eines obwohl pensionirten, doch, wie es heisst, einflussreichen, Karlsruher Geheimerathes, ein noch nicht einmal zweijähriger

Privatdocent an einer auswärtigen Universität mit einer sehr einträglichen Lehrstelle dieses Faches versorgt werden solle. Obgleich er der freiburger Universität nicht aufgedrungen werden konnte, da er weder Verdienst noch wissenschaftliche Leistung aufzuweisen hatte, so lag es dennoch, wie es scheint, in diesem Zusammenhang, dass er durch Jemanden aus dem Collegium, nämlich Herrn Professor Schwoerer, vorgeschlagen und aktenmässig gepriesen wurde, um ihm, wenn er auch hier durchfiel, was man erwarten musste, dadurch doch den Weg zu jener andern obigen, wenn auch etwas niederern, Lehrstelle sicher zu bahnen. Darum galt es nun vor Allem, zur Erreichung dieses Zieles die Ausführung des weitern nicht zu verfehlen, dass nämlich durch Einsetzung des bisherigen Lehrers dieses Faches am polytechnischen Institut in Karlsruhe, eines schon einige Zeit in badischem Dienste stehenden Ausländers, in die obige Lehrkanzel an der Universität Freiburg jene karlsruher Lehrstelle für jenen Candidaten geräumt wurde. Dieser Lehrer hat sich zwar keineswegs bei den Universitätsbehörden um jene Lehrstelle beworben *) noch einen Ruf von der Universität

*) Ob er es nicht wagte oder nicht durfte, damit die Sache nicht scheitere, steht dahin. Doch möchte Ersteres unwahrscheinlich sein, wenn man bedenkt, in welchem Nimbus seine vermeintliche Grösse, ungeachtet bekanntlich nach dem Urtheile der competenten Männer vom Fach noch keine Probe wissenschaftlicher Leistung von bleibendem Werthe dieselbe begründen kann, dennoch im Lexikon von Baden und in Zeitungsartikeln strahlte, wie z. B. ausser andern in jenem vom 13. März l. J. der karlsruher Zeitung, wo zugleich eine Lehrgabe gepriessen ist, wie wenn er, was man so sagt, im Besitz des sog. nürnberger Trichters wäre. Es wird

erhalten. Diese Lehrstelle wurde dennoch endlich nicht nur mit diesem besetzt, sondern *zugleich* die dadurch am polytechnischen Institut vacant gewordene mit jenem oben erwähnten Privatdocenten, ehe ich oder sonst Jemand sich hatte um diese letztere bewerben können. Allein wie hat man doch auch selbst schon das Anbringen meiner Bitte um jene Lehrstelle an der Universität Freiburg zu vereiteln gesucht!

---

bisweilen durch den Kunstgriff: „Mundus vult decipi" Effekt erlangt. Allein es soll der Wissenschaft selbst wahrhaft gedient werden. Universitätslehrer haben bekanntlich heutigs Tags in Naturgeschichte und Botanik unendlich mehr zu leisten, als etwa ein paar Dutzend Studenten jährlich zum Staatsexamen darin vorzubereiten, ausser man müsste das Ziel der Universität *allein* darein setzen oder sie als Versorgungsanstalt betrachten. Denn dass in unserer Zeit das Treiben der gewöhnlichen Botaniker, welche nur Jahr aus Jahr ein in Feld und Wald Kräuter für's Herbarium sammeln, (obwohl dies auch zum Studium gehört), mitunter auch eine oder die andere Varietät auffinden und beschreiben oder sogar für neue Species ausgeben und nach ihren Namen nennen lassen oder dass, um mit Schleiden (Grundz. II. S. 46) zu reden, „das nothdürftige Bestimmen eines trockenen Pflanzenfragments, das man Wissenschaft nennt und das flüchtige Durchgucken durch ein Mikroskop, welches bei Solchen Pflanzenphysiologie heisst", zum Botaniker nicht hinreicht und dass die Zeiten vorbei sind, wo „ein Mann, der 6000 Pflanzen mit Namen zu nennen wusste, schon desshalb ein Botaniker genannt wurde", muss jetzt doch auch unter Layen bekannt sein. Treffend schreibt auch Prof C. H. Schultz (neu. Syst. d. Morph. d. Pfl. Berl. 1847. S. XVII ff.): „Die Zeit, wo sich die Botanik im Kreise des mechanischen Kennenlernens von Arten und Gattungen, ihrer Namen und Synonyme abschloss, ist vorüber. Die ästhetischen Botaniker, welche ihre Gelehrsamkeit nur im Gebiete der appen-

Zwar will und kann ich hier nicht dem Kirchenvater Ambrosius folgen, der da schreibt: „Wenn die Wahrheit ein Aergerniss ist, so geschehe das Aergerniss und die Wahrheit werde gesagt". Dennoch möchte ich dem Leser schuldig sein, so ungerne ich es thue, nur noch Weniges beizufügen. Vor Allem waltete schon darin ein besonderes Missgeschick, dass der oben erwähnte Herr Professor Schwoerer, Medicinalrath und Geburtshelfer in schweren Geburten,

---

diculären Metamorphosenlehre, oder in der skrupulösen Distinktion der *künstlich gemachten Rubus- und Weidenarten*, oder an der *Berechnung von unberechenbaren Blattstellungen*, oder in der bei der *Natur nicht vorhandenen* Spaltung der Familien zu üben wissen, aber die natürlichen Bildungsgesetze der Formen- und Artensysteme ganz ignoriren, werden das Vergnügen und den Geschmack an solchen *Gedächtnissstudien* nur so länge behalten, als ihnen eine weitere naturgemässe Einsicht in die Organisation der Pflanze und des Pflanzenreichs verborgen bleibt. Solche Sinnes- und Gedächtnissstudien gehen in's Unendliche, ohne jemals den Geist zu befriedigen. Es ist für die geistige Bildung wie für das praktische Leben erspriesslicher, sich in die Gesetze zu vertiefen, die der Bildung jener Zahlen, Formen und Arten zu Grunde liegen und dem Studium Einheit und Zusammenhang geben können. Dahin geht der Zeitgeist, der es müde wird, sich in's Unendliche mit dem sich aufhäufenden Material zu überladen, ohne es beherrschen und begreifen zu können. Die Gesammtorganisation einer Pflanze nach allen morphologischen und systematischen Verhältnissen zu begreifen ist erhebender und kräftigender für den Geist, als immer neue künstliche Merkmale und Namen dem Gedächtnisse mechanisch einzuprägen. Eine hierhergehende Richtung muss die botanische Naturgeschichte auf Schulen und Universitäten nehmen, wenn die theoretischen Hoffnungen wie die praktischen Bedürfnisse jemals zeitgemäss befriedigt werden sollen."

in jenem Jahre die Stelle eines Prorektors bekleidete. Kaum war Prof. Perleb, dessen Lehrstelle ich während seiner Krankheit und noch nach dessen Tod besorgte, gestorben, so war das Angelegentlichste von jenem in *möglichst schneller Eile* die Wiederbesetzung dieser Lehrkanzel bei der Universität zu betreiben, obwohl sie erst *ein Jahr später* wirklich besetzt wurde und andere vacante Lehrkanzeln bei der Universität meist Monate lang ohne Anträge zur Wiederbesetzung bleiben. Dabei wurde, wie es scheinen wollte, nicht ohne Absicht und vielleicht verabredete Rücksicht auf das vorschwebende Ziel ein solcher auswärtige Botaniker bei den Fakultäten vorgeschlagen und durchgesetzt, wovon sicher war, dass aus dessen Berufung nichts werden könne, so dass freie Hand in Anstellung eines Inländers blieb. Sobald ich, was, obwohl ziemlich heimlich, vorging, erfuhr, richtete ich eine Petition an die akademischen Behörden (Senat, medicinische und philosophische Fakultät), die ich persönlich Sr. Magnificenz überreichte. Allein der Herr Prorektor gab mir den Bescheid, diese Petition dürfe und könne nicht mehr bei den Universitätsbehörden zur Berathung zugelassen werden, die Akten in dieser Verhandlung seien schon geschlossen und nach Karlsruhe abgegangen (ob es wirklich so war, kann ich hier um so mehr unerörtert lassen, als dies kein Grund zur Abweisung gewesen wäre), ich müsse darum meine Eingabe umändern, so dass sie sammt den literarischen Beilagen und Urkunden an das Grossherzogl. Ministerium des Innern selbst gerichtet von ihm mit einem *Beibericht* eingeschickt werden könne. Zu diesem Zwecke sei diese Petition mit einer Zuschrift an ihn, welche diesen Wunsch enthalte, zu versehen, die jedoch nicht an ihn als *Prorektor* (um die Petition

nicht den akademischen Behörden vorlegen zu müssen) zu richten sei. Ich tröstete mich damit, es werde das hohe Ministerium der Petition schon ihren gesetzlichen Weg anweisen. Allein sie schien, obgleich ich mich wiederholt persönlich und mündlich um Berücksichtigung bemühte, ohne Rücksicht darauf zu den Akten gelegt worden zu sein. Leider war auch der Universitätscurator (Frhr. v. Reck) so krank, dass er bald starb und diese Angelegenheit nicht bei ihm vorgebracht werden konnte, obgleich ich, wie es scheint, wenig Hoffnung daraus hätte gewinnen können, indem denn doch wahrscheinlich anzunehmen ist, dass der Herr Prorektor in diesem Falle nicht wohl eigenmächtig und ohne Vollmacht oder Auftrag so möchte haben handeln können, zumalen da er ohnehin allgemein, wie man sagte, für die rechte Hand desselben in Universitätssachen gehalten wurde. Zwar muss ich gestehen, dass sich mir mitunter auch günstige Worte der Hoffnung und Aussicht zur Erfüllung laut werden liessen; allein wahrscheinlich nur, um mich treuherzig zu machen, damit die Angelegenheit nicht auf die entscheidende Spitze getrieben werden möge. Doch ich muss hier abbrechen und darf nicht in Weiteres eingehen. — Ich kann nur meine tiefen Klagen und grosses Betrübniss über solche auf solche Art gekommene kränkende Zurücksetzung, über die schwerste Beeinträchtigung in meinen wichtigsten literarischen, geistigen und materiellen Interessen, so wie über die Verluste und Nachtheile bei so vielen diesem Lehrfach schon gebrachten sehr grossen Opfern und Entbehrungen einigermassen laut werden lassen. Dies ist der Dank und Lohn dafür, dass ich vorher *sehr viele Jahre* der Universität gegen eine ganz unverhältnissmässig *sehr geringfügige* Besoldung geopfert habe. Zu-

dem sind die Staatsmänner, welche jenem Kreis von Geschäften vorstanden, aus dieser Stellung ausgetreten, ohne jenes Verhängniss an mir zu bessern. Zwar ist mir Solches nicht zum ersten Mal widerfahren. Vielmehr bin ich von jeher oft, sowohl in Besoldungsverhältnissen als in Beförderung, auf harte und kränkende Weise, wie jetzt noch, vielfach gegen Andere (ja selbst mitunter Solche, die nicht sehr viel leisten *) oder auch in Anciennität nachstehen) *zurückgesetzt* worden, so dass man vielleicht glauben könnte, ich sei an dergleichen schon *gewöhnt*. Allein dennoch ist mir das erwähnte Unglück, das mit Unrecht und unverschuldet über mich kam, unter allem Bisherigen, was mir dergleichen Widriges widerfuhr, der *härteste Schlag!*

Wenden wir uns nun gerne wieder ab von dieser Geschichte, indem wir Seneca's Ausspruch: „Quod fuit durum pati, meminisse dulce est" keineswegs beistimmen, so möchten wir noch ein ernstes Wort an die Kritik richten, welche diese vorliegende Arbeit sicherlich nicht unberücksichtigt vorübergehen lassen kann. Möge sie Alles darin genau prüfen, nach Gründen abwägen und nicht oberflächlich absprechen, zumalen da sie im Allgemeinen zu vorschnell eher zu Tadel als zu Anerkennung geneigt ist. Zwar ist mir selbst das Lückenhafte da und dort nicht verborgen.

---

*) Exempla sunt odiosa, sagt das Sprüchwort. Ich werde aber später dennoch auf Einzelnes eingehen, wenn überhaupt solche Merkwürdigkeiten, wie z. B. ob es Leute gebe, die, wie man sagt, viele angewiesene Lehrstunden aussetzen und den Rest nur arbeitsscheu und lass halten und dgl. für ein botanisches Publikum Interesse haben kann.

Auch ist die Darstellung, weil eine Masse anderweitiger Berufsgeschäfte mir nicht selten bedeutende Unterbrechungen auferlegte, nicht immer gleichförmig und präcis. Allein in den Hauptsachen glaube ich die wesentlichste sichere Begründung nicht verfehlt zu haben. Allerdings habe ich mich, wenn auch nicht unvorbereitet, noch ungeübt, doch allzu kühn an die schwersten Probleme der höhern wissenschaftlichen Botanik gewagt, deren Lösung seit Jahrhunderten mit allem Eifer, obwohl vergeblich bisher erstrebt wird und nur Solchen gelingen kann, auf die das Schiller'sche Distichon:

„Mit dem Genius steht die Natur in ewigem Bunde;
Was der eine verspricht, leistet die andre gewiss."

Anwendung finden kann, oder von denen Linné schrieb: Qui valent, botanici sunt eximii." Darum erkenne ich sehr wohl die Mangelhaftigkeit dieser Arbeit, hoffe aber auch desshalb, es werden competente Richter im Hinblick auf die Grösse der Aufgabe dieser Ausführung meines Unternehmens billige Rechnung tragen und erwägen: „Nulla res egregia nisi difficilibus initiis nata est." Sollte sich aber wider Vermuthen grund- und gehaltlose Tadelsucht mit niedrigem Schimpfen *) einmischen, so wird sie mit gebührender Verachtung belächelt und bemitleidet. Ueber-

*) Diese Unsitte, wovon Prof. C. H. Schultz (neu. Syst. d. Morphol. S. XVII) schreibt: „Die wissenschaftliche Originalität liegt hierbei (es ist von Herrn Schleiden die Rede) im Schimpfen auf Diejenigen, die man abschreibt, was freilich die Entdeckung des Wirrwarrs nur auf kurze Zeit hinausschieben kann", ist leider bei gewissen Leuten stereotyp geworden. Von der schlechtesten Seite zeigt sich aber dieser Unfug, wenn er anonym geübt wird.

haupt möchten wir unsere Wünsche und Erwartungen in dieser Hinsicht in die Worte eines alten lateinischen Kirchenlehrers zusammenfassen: „Qui hoc leget, ubi pariter certus est, pergat mecum; ubi hæsitat, quærat mecum; ubi meum errorem agnoscit, revocet me, ubi suum, redeat ad me.“

Freiburg im Sept. 1847.

Der Verfasser.

Inhalt.

A. Allgemeines zum dritten Lebensabschnitte der I. Klasse, welchen die Ordnungen der Gliederfarne und Ringfarne ausmachen (S. 1—31).

Die vegetative Hüllenbildung und innerliche Produktion stammt aus der Natur des Fructificationsorgans (S. 1—12); Beispiele von Hüllen der niedern Vegetation wie die Stämme z. B. der Isoëteen und Laubfarne (S. 12—20); ferner Gefässe, Gefässbündel, Luftkanäle (S. 20—21); Hülle und Gehalt gehen auf dieser Stufe meist noch von indifferenter Grundlage aus; wie daher die Hüllen hier meist offen sind, so ist der Gehalt auf ihnen peripherisch (S. 21—23). Beispiele solcher äusserlichen und zugleich analogen Erscheinungsweise dieser Stufe, die Embryen, Samenknospen und Zweige (S. 23—30).

B. Allgemeiner Charakter, so wie die Wesenheit der Metamorphose der Vegetation der Gonatopteriden durch das Lebensprincip des Blüthenwesens (S. 31—104).

a. Grundzüge der Erscheinungsweise.

Vorherrschen des Gepräges der niedersten Erscheinung des Blüthenwesens der Kotyledoneen in der Vegetation dieser Ordnung, insbesondere das Erscheinen der offenen Hüllen als Androphoren und Corollen und der offenen Placenten als Verstäubungsorgane (S. 31—37); das Blüthenreceptakel als Grundlage des mit ihm

verwandten Verstäubungsorgans (Androphorums), so dass die Ordnung der Wasserfarne von der Moosvegetation ausgeht, worin die blüthenreceptakelartige Metamorphose waltet (S. 37 bis 38); Gegensatz des Blüthenreceptakels gegen das Blattwesen und Unterschied beider in Chlorophyll- und Markbildung (S. 38—40); Wesenheit des Blüthenreceptakels als materieller Grundlage der Blüthenentwicklung (S. 40—44); die Laubmoosfrucht als blüthenreceptakelartige Grundlage für die Metamorphose der Vegetation der Gliederfarne im Lebensprincip des Blüthenwesens (S. 44—46); Erläuterung der Hüllenbildung im Zustande der Offenheit in dieser Ordnung wie in der anfänglichen Produktion *über* dem Blüthenreceptakel (in den Blüthenhüllen), daher auch Aeusserlichkeit der Placenten oder Vorherrschen des androphorum- und staubgefässartigen Erscheinungstypus (S. 46), Erörterung der Natur des Verstäubungsorgans (S. 46—64); Unterschied und Gegensatz der Pistillbildung (S. 64—77); Parallelismus der Erscheinung innerlicher Samenknospen und axillarer Zweigknospen, so dass beide nicht in dieser Ordnung wie überhaupt nicht in dieser Klasse (oder doch nur annähernd in den Rhizokarpen und Cycadeen) erscheinen, sondern nur äusserlich sich ansetzende Samenknospen, äusserliche Embryen (Proëmbryen) und extraaxillare Zweiglein vorkommen (S. 77—80); gemeinsamer blüthenreceptakelartiger Charakter der Blüthentheile (S. 80—84); daher Uebergang der Staubgefässe in Karpelle (S. 84—90); allgemeiner Unterschied der Pistille unter sich (S. 90—95); Auf- und Abwärtswachsen der Karpelle bei ihrer Bildung als Vorbild der Vegetation des Dicotylenstamms in caudex adscendens und descendens (S. 95 bis 97); die Samenknospen und Embryen entstehen wie blüthenreceptakelartige Axenorgane und gehen in die pistillartige Bildung und Zunahme über (S. 97—100); zweierlei äusserliche und innerliche Zustände dieser Organe wie es zweierlei Blüthentheile und zweierlei Fortpflanzungskeime gibt (S. 100—104).

b. Darstellung der Laubmoosvegetation als nächster Voraussetzung und Grundlage der Entwicklung der Ordnung der Glieder- oder Wasserfarne (S. 104—159).

Die Ordnung der Lebermoose mit den Blattalgen als Grundlage der Laubmoosvegetation (S. 104—114); das Fructificationsorgan der Laubmoose überhaupt (S. 114—118); Inhalt und

Theile wie die Columella als Pistillaransatz (S. 118—121); die Blüthentheile als Antheridien und Archegonien (S. 121—127); Wesen und Bedeutung der Fruchtknopfdecke oder Calyptra (S. 127—129); des Scheidchens (129—130); der Borste oder Seta (S. 133—134); die Mooscolumella auch als Embryenansatz (S. 131—132); das Deckelchen (S. 133); der Ansatz (Apophyse) der Moosfrucht (S. 133—134); die Innenhaut mit dem Stipellus (S. 134); Uebergang der Mooscolumella in das Sporokarp der Equisetaceen (S. 135—136; Vorkommen und Bau der Columella (S 136—139); der Mündungsbesatz der Mooskapsel (S. 139—148); die Mooskapsel und ihr Ring verglichen mit den beringten Sporenbehältern der Laubfarne (S. 148—156); Schlussfolgerung aus der Natur der Blüthentheile der Laubmoose für den Satz, dass die Blüthentheile keine Blätter, sondern Axenorgane sind (S. 156—159).

c. Entwicklungs- und Formgeschichte der ersten Unterordnung in drei Familien.

1) Erste Familie. Die Lycopodiaceen (S. 159—207).

Stufenfolge der Gattungen und allgemeiner Charakter (S. 159 bis 161); bisherige Stellung und Behandlung (S. 161); Metamorphose derselben aus der Moosvegetation (S. 162—164); der Pflanzenkörper mit seinem Wurzel-, Stengel- und Zweigwesen (S. 164—171); Blätter und Knospen (S. 171—174); das Fructificationsorgan (S. 174—193); das einzelne Kapselchen (S. 193 bis 198); die Keimbildung, insbesondere die zweierlei Keimkörner und ihr Keimen (S. 198—207).

2) Zweite Familie. Die Characeen (S. 208—253).

Folge der Gattungen und allgemeiner Erscheinungscharakter (S. 208—211); bisherige Behandlung und Stellung der Familie (S. 211); ihre Abstammung aus der Keimgrundlage der Lycopodiaceen (S. 212—220; Stengelglieder (S. 220—224); Wurzelwesen (224—226); Knoten (S. 226—227); spiralige Circulation des Saftes (S. 227—231); Grund und Wesenheit der Blattstellung des Gewächsreichs in spiraligen Cyclen (S. 231—234); Bedeutung der Saftströmung der Characeen für die Gefässbildung

der Equisetaceen (S 234—235); Aeste und Aestchen, Stachelwarzen, Borsten (S. 235—238); Blüthen und Früchte (S 238 bis 251); Keimung (S 251—253).

3) Dritte Familie. Die Equisetaceen (S. 254—346).

Gattung und allgemeiner Erscheinungscharakter (S 254 bis 256); bisherige Stellung (S. 256—257); Uebergang aus der proëmbryenartigen Characeenvegetation als eine Vermehrung und Prolification von Proëmbryen in der Erscheinung der Wurzelknollen (S. 257—263); Uebergang des proëmbryenartigen Wurzelknollens in die blüthenreceptakelartige Beschaffenheit der Schaftglieder und darum in die Verwandtschaft mit der Moosfrucht, so wie die Blattscheide corollenartig erscheint (S. 263 bis 268); oberflächlicher Ursprung der Zweiglein und Blattscheiden (S. 268—272); Gefässbündel und Luftkanäle (S. 272 bis 280); Verhältniss der Haupt- und Seitenaxen (S. 280—286); Wurzeln und Wurzelknollen (S 286—288); nähere Darstellung des Blattwesens (S. 288—292); Grund der extraaxillaren Zweigerscheinung (S. 292—296); Theile der Blattscheide, insbesondere die Zähne (S. 296—299); Unterschied von fruchtbaren und unfruchtbaren Schäften (S. 299—302); Fruchtstand (S. 302); Bau und Bildung des Sporokarps und Analogie mit dem Staubgefäss der Kotyledoneen (S. 302—310; Uebergang der Blattscheide in Sporokarpienwirtel und Folgerung daraus für die Metamorphosen — oder Anticipationslehre (S. 310—327); Sporenbehälter und deren Spiralfaserzellen (S. 327—331); das Sporokarp als Zweigknospe für die folgende Familie (S. 331—333); dasselbe als Blüthenreceptakel (S 333—340); die Sporen und ihre vier sich nicht kreuzenden Schleuderer (S. 340—344); Keimung und Proëmbryo (S. 344—346).

d. Entwicklungsgeschichte der zweiten Unterordnung.

1) Vierte Familie. Die Rhizokarpen (S. 346—471).

Stufenfolge der Gattungen und allgemeiner Erscheinungscharakter (S. 346—348); bisherige Behandlung und Stellung (S. 348—349); Metamorphose der Rhizokarpenvegetation aus der Fruchtähre der Equisetaceen (S. 349—363); Bau und Formen des Stengels (S. 363—365); das Wurzelwesen (S. 365 bis

367); Ueberwiegen der lateralen Produktion, insbesondere der Zweige und der als wurzelknollenartige Erscheinung noch mit ihnen verwandten Früchte (S. 367—378); das Blattwesen (S. 379 bis 383); der Blüthen- und Fruchtstand (S. 383—387); Bau und Wesenheit der Blüthen und Früchte dieser Familie im Allgemeinen (S. 387—389); das Fructificationsgebilde von Marsilea und dessen Inhalt (S. 389—406); die Blüthen und Frucht von Pilularia (S. 406—412); die von Salvinia (S. 412—414); die von Azolla (S. 414—429); blüthenreceptakelartige Natur des sog. Perikarps der Rhizokarpen überhaupt (S 429); Wesenheit der Pollen- und Eisäckchen (S. 429—436); Embryenbildung und Keimung (S 436—447); vorherrschend *hermaphroditische* Natur eines jeden der beiden Blüthentheile der Kotyledoneen, so wie Unterschied und entgegengesetzter Charakter der Geschlechtsdifferenz im Vegetativen und Animalischen und Verschiedenheit der vegetativen und animalischen Fortpflanzung (S. 447—454); Anwendung auf die Fortpflanzungsgeschichte und die Embryenbildung der Rhizokarpen (S. 454—458); Grund der Bildung von zweierlei Keimkörnern im Gewächsreich (Pollen und Embryo) (S. 458—463); Embryo und Proëmbryo als wurzelknollenartige Ansätze (S. 463—464); die entwickelte Samenknospe und der Embryo der Rhizokarpen im Typus eines Equisetaceensporokarps (S. 464—471).

2) Fünfte Familie. Die Isoëteen (S. 471—512).

Gattung und allgemeiner Charakter (S. 471—472); Erörterung der Gründe, warum die Familie wie die dritte dieser Ordnung nur ein Genus hat (S. 472—474; Metamorphose derselben aus der Vegetation der Rhizokarpen (S. 474—487); der Stengelkern oder verkürzte Stock (S. 487—492); Wurzeln und halbmondförmige Scheibe (492—499); das blattartige Zweiglein mit der Frucht auf seinem Grunde (S. 499—502); die Frucht (S. 499—509); die Keimkörner und ihre Keimung (S. 509—512).

e. Lebens- und Formgeschichte der dritten Unterordnung.

1) Sechste Familie. Die Ophioglosseen (S. 512—565).

Gattungen und allgemeiner Charakter (S. 512—513); Metamorphose aus den Isoëteen (S. 513—517); Wurzelwesen (S. 517

bis 519); Stengelkern (S. 519—521); Knospenwesen (S. 521 bis 527); Blattwesen (S. 527—531); Frucht (S. 531—541); Sporen (S. 541—542); Schlussfolge über die wahre Bedeutung, Gestaltung und verwandtschaftlichen Verhältnisse der *Blüthentheile* überhaupt als *Axenorgane* gegen die bisherige irrige Theorie (S. 542—565).

2) Siebente Familie. Die Marattiaceen (S. 565—584)

Gattungen und allgemeiner Charakter (S. 565—566); Metamorphose aus den Ophioglosseen (S. 566—570); die gemeinen Wedel (S. 570—578); die Fruchtwedel mit den Sporenbehältern und Sporen (S. 578 bis Ende).

NB. Dieses Blatt ist vom Buchbinder beim Heften heraus-
znschneiden.

HARVARD
UNIVERSITY
LIBRARY

Dritter Lebensabschnitt der Klasse der Akotyledonen.

Sechste und siebente Ordnung der Klasse. Die Gonatopteriden und Laubfarne oder die Metamorphose der Vegetation dieser Klasse unter der Herrschaft des Lebensprincips des Blüthen- und Fruchtwesens.

Non vulgaris spes affulget fore, ut in posterum generatio animalis explicetur per vegetabilem.

Ludwig (diss. de sexu plantt.)

A. Grundcharakter und Wesenheit im Allgemeinen.

Diese beiden höchsten Ordnungen der ersten Klasse des Gewächsreichs enthalten als das Ziel der Lebensgeschichte dieser Klasse den Anfang des *Uebergangs* aus dem vorherrschenden Zustande der wurzelartigen Erscheinungsweise und äusserlichen Germination zu der von dieser äussern Abhängigkeit, so viel in der vegetativ sinnlichen Erscheinung möglich ist, frei werdenden innerlichen Germination, welche ihr höchstes Resultat in der Abgeschlossenheit der innerlich germinirenden Centralzelle, Embryosack genannt, und des sich auf und in ihm bildenden zusammengesetzten Embryo's bei den Phanerogamen

erreicht. Dies geschieht zuerst auf der Spitze dieser Klasse, in den *Cycadeen*, und obwohl in noch unvollständiger Erscheinung vorübergehend in den *Rhizokarpen*.

Dieser Rückzug des Lebens von seinem Entäusserungszustande zur Sicherung der innerlichen Produktion für die Keimbildung gegen die zur Entwicklung verlockende Reizung der äussern Antriebe hat die höhere Kraft der Bildung und Füllung von *Hüllen* behufs der Erhaltung im Embryozustande zur Folge. Denn die Vegetation muss ihrem Wesen nach mit der äussern Germination und der Abhängigkeit von aussen, mit dem Zustande des Wurzelwesens, der vorherrschenden Aeusserlichkeit und Reife beginnen, wie wir dieses in unserer allgemeinen Einleitung zum Studium der Akotylen nachgewiesen haben. Im steigenden Uebermaas dieser herrschenden Entäusserung und Reife tritt aber Gefahr für die Erhaltung und Fortpflanzung ein. Daher muss zum Zwecke der Rettung des Keimgehaltes in gleich grosser Reaction gegen diese äussere Hingebung die Erscheinung der Innerlichkeit in peripherischer Bindung und Hüllenbildung sich erheben. Wie daher die Wirkung des Vordersatzes wächst und die Formen der Reife, innerlichen Auflösung und Expansion in Herrschaft des Entäusserungstriebes mehr hervortreten, so werden auch die Spuren des Nachsatzes und der Gegenwirkung immer mehr kund.

Indem dieser Nachsatz ursprünglich gegen die leibliche Erscheinung des Wurzelwesens in dieser Klasse der Wurzelherrschaft gerichtet sein muss, so geht dessen Trieb, da das Wurzelwesen horizontal und centrifugal heraus und auseinander treibt, im Gegensatze hievon auf peripherische Bindung dieser

Entäusserung, wie schon in der harten Corticalschichte der Flechten und den sich bildenden Axen und Concentrationspunkten bei den niedern Ordnungen dieser Klasse wahrzunehmen ist. In höherer Gegenwirkung gegen das Wurzelwesen erhebt sich endlich in den höhern Ordnungen der Akotylen bei höchst gesteigerter Reife auch der allgemeine Gegner desselben, der *Stammtrieb*, welcher, anfangs nur schwach, endlich sein vollstes Produkt, das er in *dieser* Klasse erreichen kann, in den Baumfarnen und Cycadeen aufstellt.

Allein obwohl der Axen- und Stammtrieb das Wurzelwesen bindet, so gehört er dennoch selber an und für sich dem niedern Leben der Verkörperungsgeschichte an, steht also noch in der äussern Abhängigkeit und Entäusserung, so dass er eigentlich nur die Grundlage für die Bereitung des Gehaltes der Vermehrungsgeschichte, also Träger des Materials ist, welches im zweiten Lebensabschnitt, im Grünen und Entfalten, ihm wieder entlockt wird. Das gemeine Axengebilde kann als solches seinen Gehalt nicht in den Embryozustand überführen und sich als solches aus sich selbst nicht zur Frucht erheben. Es bleibt zunächst nur Grundlage für die höhern Organe der Vermehrungsgeschichte, die aus ihm hervorgeht.

Die Fruchtaxe hat dagegen eine diesem Entäusserungszustande des gemeinen Axengebildes *entgegengesetzte* Natur. Wie dieses seinen Gehalt zu äusserlichen Gebilden frei lässt, so hält ihn jene im Embryozustande innerlich in innigster Verschliessung zurück. Dieser höhere Verschliessungstrieb und Embryozustand erfolgt sonach auch aus höherer Reaction als Nach- und Gegensatz gegen die höhere Reife, in welcher das gemeine Axengebilde durch

Entäusserung im Blüthenreceptakel unterging, so dass die höhere Axe in höherer Reaction gegen die höher gesteigerte Reife als Pistill oder Fruchtknoten wie eine neu und verjüngt wieder erzeugte Axe erscheint.

Allein auf *dieser* Stufe der Abhängigkeit, wo die innern Gegensätze kaum erst erwachen und die drei Lebensabschnitte der Verkörperungs-, Vermehrungs- und Fortpflanzungsgeschichte noch nicht in eigenthümlicher Gestaltung und selbstständiger Erscheinung durchdringen können, ist auch diese *Differenz* der Achsenerscheinung in Frucht und Stamm *noch nicht* herrschend. Vielmehr liegt bei diesen Gebilden der Involution die Besonderheit fast durch diese ganze Klasse hindurch noch in der Allgemeinheit des Körpers, so dass *das gemeine Axengebilde zugleich Frucht* ist, oder gemeines Axengebilde und Fruchtaxe hier noch in *Indifferenz* erscheinen, aus der sie erst auf der Spitze dieser Klasse in dem Gegensatze von gemeiner Axe und Pistill hervorgehen können. Denn da die Akotylen ihrem ganzen Wesen nach dem in ihnen metamorphosirenden Lebensprincip der Wurzelherrschaft gemäss der *äussern Germination und Reife* vorzugsweise angehören, somit darin eine Einseitigkeit des Lebens haben, worin sie vorzugsweise jenem Reifegrad der höhern Vegetation nahen, welcher sich in dem peripherischen Theile der Blüthen, den Staubgefässen, kundgibt, so tritt damit auch jener Lebensfaktor der Reaction und peripherischen Bindung gegen die im Innern central herrschende expandirende Reife mit grösserer Stärke hier in den gemeinen Axengebilden auf als im übrigen Gewächsreich. Durch diesen Vorgang der gegen die innere *gesteigerte Reife* in erhöhter Produktion und Wiederverkörperung einkehrenden *hö-*

hern peripherischen Bindung wird das Wurzelwesen der Akotylen zur höhern Erscheinung im Embryozustand als Fortpflanzungskeime im gemeinen Axengebilde so sehr gebunden, dass dieses damit Fruchthülle *zugleich* wird. Im übrigen Gewächsreich gehört der ganze Inhalt der gemeinen Axen der Vermehrungsgeschichte und Entäusserung an, so dass die Axen meist hohl und entleert erscheinen, während dagegen der Fortpflanzungsapparat erst *ausser* der gemeinen Axe auf und in wiedererzeugten Axen- und Knotengebilden (Staubgefässen und Pistillen) zu Stande kommt. Hier jedoch ist er in der Spitze der gemeinen Axe, in der Blüthenreceptakelbildung, wo die höhere Reife des Lebens auftritt.

Wie alle Gebilde dieser Klasse im Zustande der vorherrschenden Wurzelartigkeit, Aeusserlichkeit und Reife stehen, so fangen also auch die Axengebilde in dieser Klasse mit diesem Lebensmoment der *Reife* an. Das Axengebilde im Zustande der Reife erscheint daher hier wie in dem ganzen Gewächsreich als Grundlage der Gebilde der höhern Vegetation der Reife oder der Blüthen, worin es mit dem besondern Namen *Blüthenreceptakel* genannt wird.

Die receptakelartigen Concentrationspunkte, welche auf den Spitzen der Axen als erste noch in vorherrschender Reife bald schnell aufbrechende bald anhaltend verschlossen bleibende Knoten bei den Lichenen und Pilzen erscheinen, sind *zugleich* Fruchtknoten (Apothecien), so wie nicht minder die Blüthenreceptakel der Moose als solche erscheinen. Daher kommt auch in diesen Knoten bei den Scheibenfrüchten der Lichenen noch gemeines Wurzelwesen als innerlich gebundene Haare (Paraphysen) und Wurzelwesen im Embryozustand als Sporen vermischt

vor, da dieser Knoten in Indifferenz sowohl die Erscheinungen des ersten als dritten Lebensabschnittes enthält. Ja selbst die knotenartigen Concentrationspunkte, welche im übrigen Gewächsreich als Knospengebilde der Vermehrungsgeschichte angehören und der Entäusserung in Blattentfaltung anheim fallen, treten hier oft in Folge der Herrschaft der Reife und leichten Ueberführung in den Zustand des dritten Lebensabschnittes im Embryozustand auf als sogen. Brutknospen, Bulbillen u. dgl.

Die Knoten und die mit ihnen nächst verwandten Blüthenreceptakel werden bei den Flechten, Pilzen, Moosen u. s. w. somit dadurch zu Früchten, dass sie den *Gegensatz* der Reife und höheren Innerlichkeit, welcher dem Blüthen- und Fruchtwesen überhaupt eigen ist, gegen die Natur des niedern Axengebildes, in der es noch der äussern Abhängigkeit vorzugsweise angehört, erlangen. Denn so sehr diese Axen in diesen Fruchtpunkten den innern Aufbruch und die Expansion in einem höhern Grad haben, eben so sehr treten sie der Entäusserung auf der Peripherie in innigerem Verschluss entgegen, wie besonders klar unten aus unserer Darstellung der Erscheinungen der Moosfrucht hervorgehen wird. Indem aber das gemeine Axengebilde in diesen Reifezustand noch mehr hinübergeführt wird, so dass die ganze Axe zum Fruchtträger wird, wie z. B. beim Uebergang aus den Laubmoosen in die Lycopodiaceen, so muss das gemeine Axengebilde in diesem auf es eindringenden Lebensprincip der höhern Reife untergehen.

Dieser Untergang in Folge der auf das Axengebilde eindringenden *höhern* Reife und Entäusserung findet daher auch oft in den Axengebilden der Akotylen statt wie bei jeder Pflanze im Blüthen-

receptakel, weil eigentlich jede solche Axe zugleich Frucht ist, aus der die Keime der Verstäubung hervorgehen, denen ja die Sporen nächst verwandt sind. Dies werden wir insbesondere in den Strauchflechten (bei deren Erörterung [s. III. Hft S. 99] wir diesen Vorgang hauptsächlich in Cetraria hervorgehoben haben) und in den Agaricinen der Pilze gewahr, da mit dieser Fruchtreife zugleich auch die Pflanzenordnung beendet ist. Wie aber die *wahre* Fruchtbildung schon beim Ansatz im Charakter und der Natur des Fortpflanzungsprincips entstehen muss, worin nämlich mit dem Untergange des allgemeinen Axengebildes durch das in Receptakelbildung herrschende Uebermaas der Reife zugleich auch die Wiedergeburt des Axengebildes in erneuter Germination zur Produktion des Pistills eintritt, so wird auch mit der Erscheinung des ersten wahren Blüthenreceptakels des Gewächsreichs in der Frucht der Laubmoose (Mooskapsel) diese verjüngt wiedererzeugte Axe in der Erscheinung der *Columella* oder des *Mittelsäulchens* der Laubmoosfrucht als *pistillartiger Ansatz* zugleich producirt. Allein dieser Pistillaransatz erscheint dennoch, wie alle Organe dieser Klasse im rudimentären Zustande erscheinen, auch schon bei diesem ersten Entstehen im Charakter der *Reife*.

In demselben Gesetze wird auf den Untergang des allgemeinen Axengebildes durch die Reife in der Erscheinung der Lycopodiaceen dieses Axengebilde in verjüngter, durch Zusammensetzung aus Samenknospen hervorgegangener Produktion *pistill-* und *fruchtartig* in der Stengelaxe der Characeen und den Schäften der Equisetaceen wiederhergestellt.

Allein auf *dieser* Stufe, worin noch die äussere Abhängigkeit, die Entäusserung in der Wurzelherr-

schaft und Reife gegen die innerliche Germination und Bindung das Uebergewicht hat, kann weder jener Pistillaransatz in der Columella des Moosreceptakels die *Innerlichkeit* und innere Produktion mit *innerlichem* Gehalt im Embryozustand wie ein *wahres* Pistill oder Fruchtgebilde erlangen, noch das in den *Characeen* samenknospenartig, noch das in den *Equisetaceenschaftgliedern* fruchtknotenartig, obgleich mit vorherrschender Aeusserlichkeit wiederhergestellte Axengebilde, sich zu einem wahren Pistill oder zur Frucht erheben. Vielmehr fallen alle auf dieser Stufe wieder dem Entäusserungszustand und der Reife anheim und sinken fast in die Natur der niedern Axengebilde zurück. Denn da dieser Pistillaransatz und alle folgenden in dieser Ordnung der Gonatopteriden als Hauptaxen die *ersten* wieder hergestellten Axengebilde *über* die Receptakelerscheinung der Moose hinaus sind, so erscheinen sie noch vorzugsweise im Charakter der *Receptakelartigkeit* somit als vorzugsweise der *Reife* anheimgefallene Axen, deren Sprossen in der, wie z. B. bei der Mooscolumella und dem Equisetaceensporokarp, expandirten Spitze gebrochen und deren Inneres leer ist. Darum kann sich auch im *Innern dieser* Hauptaxen, worin die Reife und Entäusserung wie in dem expandirten Centrum des Blüthenreceptakels überhaupt herrscht, noch kein organisches Gebilde wie z. B. Zweigknospen ansetzen. Die Zweiglein können sich vielmehr nur *peripherisch oberflächlich* ansetzen wie s. B. in auffallender Weise bei den Equisetaceen geschieht, wo die Zweiglein (Seitenschäfte) nicht aus dem Innern der Blattachseln wie sonst im Gewächsreich hervorgehen. Erst in den von der Receptakelerscheinung der Moose *entfernter* stehenden *Rhizokarpen*, wo gegen das

Uebermaas der in den vorausgehenden receptakelartig erscheinenden Axen herrschenden Reife und Receptakelartigkeit die *erneute* Germination ein verjüngtes Axengebilde producirt hat, welches mit diesem Zustande der pistillartigen Natur näher verwandt wird, tritt auch der pistillartige Charakter der *inneren* Produktion sowohl von *Samenknospen* als von *Zeigknospen* auf. Wie in den *Rhizokarpen* zuerst im Gewächsreich das bisher indifferente Axengebilde in die Differenz von Reife und Ueberreife oder Regermination tritt, so wird auch hier zuerst die Grundlage des *Gegensatzes von gemeinem Axengebilde und von Pistill, so wie von gemeinen Zweigknospen und von sogen. Samenknospen* (welche *letztere* gleichfalls *ursprünglich fast in Indifferenz* erscheinen) gelegt, obwohl sie hier nur erst vorübergehend erscheint. Die Mooscolumella, welche in der Mooscapsel als rudimentärer im Zustand der Reife erscheinender Pistillaransatz nur organische Andeutung ohne organische Function hat, tritt zwar in dem Sporocarp der Equisetaceen als Fruchtaxe auf, aber noch im Charakter vorherrschender Aeusserlichkeit und seitlicher (nicht mehr centraler) Stellung ohne innerlichen Gehalt von Samenknospen nur mit peripherischer Produktion von Blattsporangien. Allein erst in der Rhizokarpenfrucht gelangt dieses Axengebilde (Columella) und zwar nur vorübergehend zu einer wahren Fruchtknotenerscheinung mit Samenknospen, obwohl dieses Axengebilde noch meist mit der Staubgefässerscheinung indifferent erscheint.

Ueberall ist in dieser *Schwebe* des Axengebildes *zwischen* dem Fruchtcharakter und der Natur der gemeinen Axe oder des Stammes, worin es sich bald dieser bald jenem mehr nähert und vom Vorherrschen

eines Zustandes wieder in den andern übergeht, unverkennbar, dass in diesem Kampfe ein Gegensatz rege wird, der immer wieder in der *Indifferenz* zwischen höherem und niederem Leben, die der ganzen ersten Klasse, wie wir schon früher auseinandergesetzt haben, eigenthümlich ist, verschwindet. Denn da in diesen Kreisen *noch nicht* die *höchste* Reife und Entwicklung der Vegetation der Klasse herrscht, also sich die Lebensfaktoren der vollen höchsten Reife und Ueberreife oder Regermination noch nicht durchdringen, so dass ihre Gebilde diese *Gegensätze* und in diesen zugleich die Indifferenz und Durchdringung der Gegensätze nicht enthalten, und da die *Eigenthümlichkeit* des dritten Lebensabschnittes darum noch nicht zur besondern Erscheinung in eigenen Produkten durchdringen kann, so kann auch noch nicht der *Gegensatz* der höhern Vegetation mit seinem Charakter der Innerlichkeit und des innerlichen Gehaltes *gegen* den Entäusserungszustand der niedern Vegetation sich feststellen und behaupten, obwohl er hier und da erwacht ist und wie z. B. in den Rhizokarpen vorübergehend durchgreift. Darum kann auch andauernd *kein wahres Pistillar- und Fruchtgebilde* in seiner eigenthümlichen Erscheinung als Gegentheil des gemeinen Axengebildes vorkommen und sich behaupten, wie aus *demselben Grunde* aber auch kein *wahres gemeines Axengebilde* erscheinen kann. Denn eben so wie beides dem Wesen nach *Gegentheile* von einander sind, so kann keines in seiner Eigenthümlichkeit für sich selbstständig hervortreten, so lange die *ursprüngliche Indifferenz* beider herrscht. Erst wo diese *Indifferenz* beider gebrochen wird, kann diese Scheidung erfolgen Dieser Zustand kann nur durch die höhere Reife herbeigeführt werden, wodurch die Dif-

ferenzirung möglich ist. Denn *beide* sind schon vegetative Gebilde und Organe *höherer Natur,* da beide die Gegensätze höchster Reife und ihrer Gegenwirkung, der Regermination, eben so sehr enthalten, als sie zwischen diesen schweben und das Zusammenwirken derselben in sich enthalten, was vom wahren Fruchtwesen bekannt ist, aber auch beim wahren gemeinen Axengebilde (Stamm, Stengel) nicht minder klar erkannt wird. Denn im wahren Stamm oder Axengebilde herrscht eben so sehr die zweiseitig entgegengesetzte Polarisation von *auf- und abwärtssteigender* Vegetation, von Aeusserlichkeit und Entäusserung in Wurzelwesen und von Innerlichkeit in peripherischer Bindung des Stammwesens, als die Verschlingung und Ineinanderwendung beider, ihre Indifferenz, im Mittelstock und in den Knoten auftritt. Zu einem solchen wahren gemeinen Axengebilde kann die Vegetation daher auch erst im Uebergang zur folgenden Klasse, in den *Palmen,* in Folge höchster Steigerung der Reife, vorübergehende Regungen dazu in der vorausgehenden Geschichte abgerechnet, *andauernd* gelangen. Daher dort erst ein wahres Stammgebilde mit zugleich auf- und abwärtssteigender Vegetation vorkommt, ja sogar hier und da an ihrer Basis in auffallender Weise abwärts wachsende Stämme (Sabal und ähnliche) erscheinen.

Im Kreise *dieser* ersten Klasse hat das Wachsthum vorzugsweise das Streben zum Gipfeltrieb, um die Gipfelknospe immer wieder gegen die Zerstörung der Ueberreife herzustellen. Doch kommen in den höheren Kreisen mit Steigerung der Reife auch Gebilde vor, welche einem solchen Axengebilde nahe kommen, wie wir im *Stengelkern von Isoëtes, und im verkürzten Stock der Ophioglosseen und Poly-*

podiaceen beweisen werden. Allein dies ist nur, wie namentlich der *Stengelkern der Isoeteen*, die erste Anlage gleichsam die *Keimgrundlage* zum *wahren* Axengebilde. Daher er noch nicht einmal eigentliche Gefässe wie alle wahren Axen, sondern nur wenige rudimentäre Anfänge dazu in wenigen ungeregelten Spiral- und Ringfasern enthält und nur in seinem Umfange aus ihm Gefässbündel hervorgehen. Daher erscheint diese erste Grundlage des wahren Axengebildes in der Natur und Wesenheit der reifsten Axe oder des Blüthenreceptakels und geht von dieser höhern Reife zur Differenzirung in ab- und aufwärtssteigender Vegetation, wovon wir bei den Isoëteen ausführlicher handeln werden.

Die höchste Reife wird aber in dieser Klasse bei den *Laubfarnen* (Filicinen) herrschend und mit ihrem Auftreten wird auch die Eigenthümlichkeit der Erscheinung des dritten Lebensabschnittes, nämlich die Herrschaft der *Gegensätze* und ihre gegenseitige Durchdringung in der Vegetation allgemein. Zwar äussert sich dieses Lebensprincip innerhalb dieser Ordnung vorerst noch nicht in eigenthümlichen, dem höhern Lebensabschnitt vorzugsweise angehörigen Organen und Gebilden, da z. B. noch keine wahren Blüthen und Früchte erscheinen, sondern nur erst allgemein in dem allgemeinen Pflanzenorganismus, indem es den niedern Organen und Gebilden das Gepräge der Wirkung seiner Herrschaft einpflanzt, wie insbesondere dem Stamm und den sogen. Blättern, welche eigentlich, da sie ursprünglich aus metamorphosirten Zweigen der Rhizokarpen hervorgehen, als reife Pflänzchen oder reife Zweige erscheinen. Denn diese Blätter oder Wedel erscheinen nicht nur im höchsten Gegensatz der Reife, indem nach einem

Pol die Expansion und Theilung eben so sehr herrscht als nach dem andern die Bindung und der Zusammenhalt im Stiel, sondern hier liegt, wie die Erörterung im folgenden Heft beweisen wird, dieser Gegensatz auch darin, dass auf dem Eingange (Osmundaceen) die Sonderung und Vereinzelung der Zweige also die Aeusserlichkeit und Reife vorherrscht, auf der Spitze der Ordnung aber das Gegentheil, die innigste Gemeinschaft und Bindung, wodurch sie den Stamm im Wesen der *Einheit aus der Vielheit* constituiren und den Uebergang aus der Erschöpfung in Reife und Aeusserlichkeit zur innerlichen Wiederverjüngung in erneuter Germination und erhöhter Produktion herstellen. Das Stammgebilde selbst erscheint aber von diesen beiden Lebensfaktoren so sehr durchdrungen, dass sich die gegnerischen Erscheinungen das Gleichgewicht halten. Die Macht der Expansion, Vereinzelung, Zersetzung und Entäusserung sitzt eben so sehr im Innern, auf das Centrum eingreifend und centrifugal wirkend als der Bindungs-, Einigungs- und Concentrationstrieb ihr von aussen centripetal entgegenstrebt und sie nach innen zurückhält und entkräftet. Dadurch, so wie in der lebendigen Fortpflanzungsgeschichte des Sprossens von Wedel aus Wedel nähert sich dieser Stamm dem *wahren Fruchtcharakter*, obwohl er dennoch nicht in wahre Frucht übergehen kann. Vielmehr geht auch dieses Axengebilde allmählig seiner Entäusserung in Reife entgegen. Allein diess geschieht nicht mehr so schnell als in den vorausgehenden Axen, sondern erst in mehreren Gradationen der folgenden Geschichte, da die Axe in dieser Zusammensetzung und Innerlichkeit grössere Dauerhaftigkeit erlangt hat.

Wie beim Eindringen des höhern Reifegrades in das

Innerste der Axengebilde dieser Fruchtcharakter der gemeinen Axe mit höherer Innerlichkeit durch Reaction gegen das Uebermaas der Reife hervorgeht, so durchdringen sich dadurch die höchsten Gegentriebe der Vegetation in Entäusserung und Erhaltung, in Verzehrung und Wiederherstellung, wodurch die Erscheinung zur Differenz in zweiseitig entgegengesetzter Polarisirung *umgekehrt* wird, da an die Stelle der bisherigen innerlichen Bindung die Lösung bis zum Untergange tritt, dagegen der Entäusserung in äusserer Abhängigkeit die peripherische Bindung und der Erhaltungstrieb widerstrebt. Daher entsteht auch die Entscheidung des bei den Akotylen zwischen Frucht- und Stammwesen noch schwebenden, noch mehr oder weniger in der Allgemeinheit der Thallusnatur stehenden indifferenten Axengebildes zur Differenz der Gegensätze in demselben Gesetz, wie wir bei den Isoeteen und Laubfarnen auseinandersetzen werden. Gerade an der Stelle, wo in den Phanerogamen die gemeine Axe die höchste Entäusserung, den Aufbruch und ihren Beschluss findet, nämlich im Blüthenreceptakel, da tritt auch peripherisch und in Reaction gegen diesen Untergang die Wiederherstellung in den erneut erscheinenden Axen der Staubgefässe entgegen. Diess geschieht nicht nur bei jeder Pflanze in den Blüthen, sondern auch bei der anfänglichen Entstehung und ersten Erscheinungsweise der wahren Früchte in den Cycadeen. Denn, um hier unserer später folgenden Erörterung nur in Wenigem vorzugreifen, so ergibt sich diese Analogie schon aus der flüchtigen Ansicht der Erscheinung der Samenknospen der Cycadeen auf den Rändern blattartigexpandirter Axen derselben. Wie also hier in der gemeinsamen Axe der höchste Entäusserungstrieb die Cen-

tralität bis zum Verschwinden der eigentlichen Axe in Blattnatur gebrochen hat, so treten diesem Reifegrad in *peripherischem* Gegensatze die Fruchtansätze in Folge der Reaction des Erhaltungstriebs gegen die äussere Abhängigkeit und gegen die weitere Entäusserung durch erneute Germination entgegen, die Aeusserlichkeit in höhere Innerlichkeit wieder umkehrend. Die Innerlichkeit und Centralität der primären gemeinen Axe wird hier in demselben Maase gebrochen als in nachfolgender Reaction ihre Wiederherstellung in verstärkter Bildung und in Zusammensetzung aus peripherischen Axenansätzen erfolgt. Diess geschieht in ganz ähnlichem Vorgange wie wir auch bei den Axenbildungen in diesen zwei Ordnungen, namentlich aber bei den Equisetaceen und Farnen beweisen werden, dass die Centralität und die primären Axen in Reife untergehen, dagegen aus seitlichen Axen (Zweigen und Blattstielen) peripherisch wiederhergestellt werden. Ja, in den einzelnen Axengebilden selbst, wie zumal bei den Dicotylen, tritt um so kräftiger auf dem Umfang der Verhüllungstrieb in mehr- oder vielfacher Umhüllung (Jahresringen) hervor als die innerliche Reife überhand nimmt.

Das Wesen dieser Differenzirung der Axe ist aber nicht nur in Folge des Gegensatzes der höhern gegen die niedere Vegetation, welche in diesen Ordnungen hervorzutreten beginnt, entstanden, sondern steht auch schon in der Erscheinung der Fortpflanzungsgeschichte durch die sg. *Geschlechtsdifferenz,* welche in den Phanerogamen herrschend wird und mit den Cycadeen beginnt. Diese liegt im Allgemeinen in den *Gegensätzen* von Reife und Germination, deren Ausdruck im Besonderen hauptsächlich

in dem reifen Pollenschlauch und dem innerlich germinirenden sogen. Embryosack liegt, die beide aus der indifferenten Spore hervorgehen, so dass im Akte der Zeugung das Lebensmoment eines Rückgangs zur *indifferenten* Natur in gegenseitiger Durchdringung des Untergangs in Reife und Wiederaufgangs in Regermination liegt. Um hier nur Weniges zu berühren, so hat die *Spore* mit ihrer *Mutterzelle* als Zellenknöpschen zum Ansatze des Axengebildes oder der Samenknospe dieselbe *Differenzirung* wie das Axengebilde selbst, wie wir im Uebergang der Spore mit ihrer Mutterzelle bei den *Equisetaceen* in die Blüthenerscheinung der *Rhizokarpen* nachweisen werden. Auch hier geht die Differenzirung aus derselben Umkehrung des indifferenten Gebildes hervor, die wir in dem Verhältnisse der Frucht zum gemeinen Axengebilde dargestellt haben und führt zu einem ähnlichen Resultat centralen Absterbens des elementaren Embryosacks in Reife und peripherischer Wiederherstellung in Ueberreife und Regermination, zu vermehrter Produktion aus Reaction gegen die centrale Entäusserung im Reifezustand. Schon die Erscheinung, dass in der Mutterzelle nur noch eine einzige Spore, wie bei den Equisetaceen geschieht, producirt werden kann, ist Beweis innerlicher Erschöpfung der Produktion. Schon darum ist eine innigere und andauerndere Umhüllung der Mutterzellenmembran herangewachsen, die sogar noch in Ueberresten als sogen. Schleuderern fortbesteht. Dennoch hat diese Spore noch ihre Vollständigkeit und den innern Gehalt des Sporenschlauchs, der bei der Keimung als Fortpflanzungskeim sich offenbart. Allein wie die ins Innere eingedrungene Ueberreife nun auch in der folg. Gradation im Centrum der Spore herrscht, so

wird auch dieser Gehalt, der Sporenschlauch, in Ueberreife und Entäusserung übergeführt. So wird der centrale höchst reife Sporenkeim oder Sporenschlauch in den Zustand übergeführt, den jeder Sporenschlauch bei der Keimung hat, da er nach Beseitigung der Sporodermis aufschwillt und einen Zellenentwickelungsprocess zur Produktion der Fäden des Proembryo eingeht. Dieser höchst reife in den Zustand der *innerlichen* Germination über und darin wie bei der äussern Germination untergehende Sporenschlauch ist der Embryosack der Samenknospe. Denn da dessen Germination eine innere ist, so geht auch das producirte Gebilde nach innen und setzt sich im Innern als Nahrungsstoff (Perisperm) für den Embryo an, wie die Grundlage, die aus der äussern Germination, im Proembryo hervorgeht, anfänglich ein unbestimmtes Ernährungsgebilde für das aus ihm aufgehende Keimpflänzchen ist. Wie so der Untergang dieses Gehaltes oder centralen Keims in innerlicher Ueberreife und Germination erfolgt, so tritt auch hier, wie sowohl in den gemeinen Axengebilden als in der Frucht gegen ihre innere Aushöhlung, der Erhaltungstrieb von der Basis und Peripherie in erhöhter Hüllenbildung auf. So tritt nicht nur gerade da die Umkehrung der Erscheinungsweise der innerlichen Entäusserung entgegen, wo in der vorausgehenden Sporengeschichte die höchste Entäusserung und Reife in Auflösung und Resorption der Mutterzelle herrschte, sondern es erhebt sich auch ausserhalb des untergehenden centralen Gebildes des Embryosacks, nämlich auf dessen Spitze, peripherisch eine verjüngte, vermehrte Produktion in der Entwicklung des zusammengesetzten Embryo's, in dem auf dem Embryosack sitzenden Pollenschlauchende,

ähnlich, wie sich auf der Spitze der durch Reife im Blüthenreceptakel untergehenden primären Axe die verjüngten secundären als Staubgefässe und Pistille erheben. Wie auf den centralen Untergang des primären einfachsten elementaren Keims als Embryosack in dem Umfange die Wiederherstellung der vermehrten zusammengesetzten Erscheinung des Keims erfolgt, so wird die untergegangene Axe bei den Laubfarnen aus den peripherisch erscheinenden Axen als Blattstielen im Vorgange einer lebendigen Fortpflanzungsgeschichte wiederhergestellt.

Wie hier die innere Germination allmählig einkehrt, dagegen peripherisch die Bindung vorherrscht, so entwickelt sich auch der zusammengesetzte Embryo *innerhalb* des Pollenschlauchs. Ja, noch bei der Keimung des zusammengesetzten Embryo's geht die Entwicklung und Entäusserung vom Innern des Embryo's heraus, während die Zellen des Umfangs unthätig in ihrem Zusammenhang beharren, bis sie von der heraustretenden Produktion durchbrochen werden. Wie die Bildung und Zusammensetzung der Gewebe eine innerliche organische Produktion von Zellen aus Zellen ist, so werden wir auch die Composition des Farnenstamms in demselben Vorgang der *innerlichen Germination* von Blattstiel aus Blattstiel bei der Erörterung dieser Ordnung nachweisen. Diese ist nämlich eine höhere organische Durchdringung der Theile in der Einheit eines Ganzen, somit auch eine *pistillartige* Axe, wie aus unserer weiteren Erörterung dieser Ordnung erhellen wird.

Dass dieser Vorgang daher *keine eigentliche Zusammensetzung* des Farnstammes aus einzelnen Blattstielen in der bisherigen Vorstellung vieler Botaniker ist, sondern aus dem Wesen der Fortpflanzungsge-

schichte stammt, der ein *wahres Axengebilde* zu Grund liegt, wie dem Farnenstamme, dem Ophioglosseen — und Isoeteenstocke ein *Stengel — oder Stammkern* als *einfache* (nicht durch Zusammensetzung entstandene) Grundlage dient, worin sich die ganze Produktion endlich concentrirt, geht schon aus unserer obigen Darstellung hervor. Wir wollen aber auch, um Missverständniss schon im Eingang zu verhüten, im Voraus bemerken, dass wir, wo in dieser Schrift von Zusammensetzung des Farnenstamms u. s. w. die Rede ist, mit dieser *nicht* die *gewöhnliche* allgemeine Vorstellung von *äusserer Zusammensetzung* oder gar von einer *Verwachsung* vorher getrennter Theile hier eben so wenig verbinden, als wenn wir von Zusammensetzung der gamopetalischen Blumenkrone aus Petalen oder der Fruchtkapsel aus Karpellen u. dgl. reden. Denn auch diese stammen ursprünglich aus der Einheit und entwickeln sich allmählig zu Theilen in der Einzelheit, so wie auch oft einzelne Gewebe aus der Grundlage einer Zelle hervorgehen. Wir verweisen darüber auf unsere Darstellung bei den Isoeteen und Filicinen selbst. Dennoch glauben wir dieses Wort, „Zusammensetzung aus Prolification," obwohl es der Sache nicht ganz entspricht, der *Kürze* wegen, da wir keinen andern bezeichnenden Ausdruck für dieses Sprossen von Glied zu Glied, oder besser (da die Wedelstiele Axengebilde sind) von Axenstück zu Axenstück, wie es z. B. bei den Equisetaceenschäften und den Characeen gleichfalls geschieht, haben, gebrauchen zu dürfen. Auch kommt es in äusserlich wahrnehmbarer Erscheinung nur in den niedern Kreisen unserer beiden Ordnungen vor, so wie bei den Equisetaceen selbst nur in den gemeinen Schaftgliedern, aber nicht mehr bei der Spindel der Frucht-

ähre. Wie bei dem Zellenentwicklungsprocess zu Geweben auf niederen Stufen, wie z. B. bei den gegliederten Fäden des Proembryo und der Gliederalgen, eine solche äussere Germination vorherrscht, da die folgende Zelle aus der vorigen durch Entäusserung hervorsprosst, so möchten wir auch diese Prolification damit in Analogie stellen. Wie aber in den höheren Geweben die innigere organische Durchdringung und Gemeinschaft, die Innerlichkeit und Einheit herrschend wird und damit auch die innerliche Germination und Produktion der Zellen, so gehen auch die Zweige, sobald der Centralkörper im Stock der Isoeteen und Ophioglosseen, so wie die centrale Stammgrundlage in den Polypodiaceen und den Baumfarnen als eigenthümliches Axenorgan erzeugt ist, und alle Triebe aus der Gemeinschaft, Centralität und Einheit des Ganzen innerlich hervor.

In gleichem Eindringen der Ueberreife in das elementare Gewebe erscheint zu gleicher Zeit und auf denselben Stufen, auf denen diese höhere Axenbildung durch Prolification aus reifen Axen, wie z. B. in den Filicinen, Equisetaceen u. s. w. erfolgt, nach dem ähnlichen Gesetz die Bildung der *Gefässe* aus *reifen* Zellen, sowie ihre Zusammenstellung zu Gefässbündeln und die Composition dieser zu Achsen. Wie daher in der Geschichte der Filicinenordnung, zumalen aber auf deren Eingang, die reifen Blätter, einzeln oder doch nur sehr lose verbunden, also im Zustande der Aeusserlichkeit, Vereinzelung und vorherrschenden Reife vorkommen, so ist auch die Composition der Gefässe und Gefässbündel in diesen Kreisen, wie zumalen jener bei den Equisetaceen, schon in den reihenweise stehenden die Merkmale

der Reife in sich kund gebenden Zellen der Zähne der Mooskapsel angelegt. Das Gefäss selbst ist eine Reihe alternder reifen Zellen, in deren Innerem die Auflösung der aneinanderstossenden Scheidewände und überhaupt die centrale Reife und Entkörperung so sehr überhand genommen hat, dass sie meist nur noch Luft führen, in demselben Maase aber dagegen die peripherische Cohäsion und Einigung der Vielheit zur Einheit der Zellenwände bis zur Ununterscheidbarkeit der einzelnen fortgeschritten ist, so dass sich also auch hier die höchsten Gegensätze durchdringen.

In diesem Fortschritt zur Hüllenbildung in diesen Ordnungen entstehen hier auch zuerst, wie z. B. schon bei den Equisetaceen, Rhizokarpen u. s. w. innere Lufthöhlen und Lücken, ja häufig auch Intercellulargänge, die in Spaltöffnungen (stomata) auf einer wahren Epidermis ausmünden, während die Gebilde der niedern Ordnungen fast überall compakt ihre Gewebe zusammenschliessen.

Untersuchen wir nach dieser übersichtlichen Erörterung über die Natur und Entstehung der Axen und Hüllen in diesen Ordnungen nun auch die Herkunft des *Inhaltes*, so kann, da in der ganzen Klasse die Aeusserlichkeit so sehr herrscht, dass die Reife und Entäusserung sogar das Innerste in der Centralität entäussert, *keine innerliche* Germination, kein Ansetzen von Inhalt aus dem Innersten heraus stattfinden. Wie vielmehr eben gegen diese Ueberreife und gegen die innere Auflösung und Verzehrung die Hüllenbildung und erneute Produktion vom Umfange ausgeht, so muss auch von hier aus der Keimgehalt des Lebens seine Grundlage und Entstehung nehmen, also die Keimproduktion sich peripherisch an-

setzen und von aussen, von der wurzel- und blattartigen Erscheinung, kommen. Selbst auf der niedern Stufe, wo die innere Reife und Verzehrung noch nicht so sehr überhand genommen hat, kommt dennoch der Inhalt von aussen und zwar vom Wurzelwesen, das im Innern der Knoten und Receptakeln der Axen, die zugleich Fruchtknoten werden, im Embryozustand gebunden und dann wieder frei gelassen wird. Wie aber das Wurzelwesen auch bei den höhern Ordnungen, wie selbst bei den Farnen noch unverkennbar ist und in den Characeen am sinnlich deutlichsten sich kund gibt, nur peripherisch (nicht mehr central wie in den Paraphysen der Flechten und den sogen. Schleuderern der Moose) gebunden wird und peripherisch in Haaren u. s. w. wieder ausbricht, indem das Innere entleert, entäussert ist, so kann auch die Reaction des Embryozustandes wie die Hüllenbildung diesem eintretenden Uebergang in die äussere Abhängigkeit und äussere Germination nur peripherisch entgegentreten, was in den Equisetaceen, Characeen und besonders den Filicinen deutlich ist, indem fast nirgends innerhalb der Axengebilde die Sporangien erscheinen können. Selbst bei den Rhizokarpen, wo die Blüthen innerhalb einer gemeinsamen Fruchthülle erscheinen, nehmen sie und ihre Träger dennoch bei den meisten derselben ihren Ursprung nicht aus dem Centrum, wie bei Salvinia, sondern aus dem Umfang und der innern Wandung.

Darum ist hier auch noch Hülle und Inhalt, da sie gleichen Ursprung haben, miteinander fast *indifferent*. Hieraus erklärt sich daher, wie die Hüllen selbst entstehen, da bei den Blattsporangien dieser Ordnungen einzelne zur Innerlichkeit der Hülle ge-

hörige Zellen sich zu Mutterzellen der Sporen ausbilden und später resorbirt werden, so dass der Embryozustand und die Keimbildung von der Peripherie der Hülle, obwohl es die innerliche ist, ausgeht.

In diesem Charakter der *äusserlichen peripherischen* Produktion der Fortpflanzungskeime entspricht sie nicht nur dem Lebensprincip dieser Klasse überhaupt, sondern dieser Fortpflanzungsapparat ist auch noch vorzugsweise mit dem gleichfalls mehr *äusserlich* und *peripherisch* erscheinenden Theile der Blüthen der Phanerogamen, dem Gehalt der Staubgefässe, nächst verwandt, die wie dieser gleichfalls ausserhalb der Hauptaxe seitlich erscheinen.

Die wahre Frucht und Samenbildung gehört der Herrschaft höchster Reife an, worin sich die höchsten Gegentriebe von Innerlichkeit und Aeusserlichkeit, von Reife und Regermination, von Absterben und Wiederverjüngen ungeachtet ihrer Differenz dennoch durchdringen. Wie hier die höchste Reife und Entäusserung im Innersten herrscht, so muss auch die verjüngte Wiederherstellung damit innerlich zugleich sein. Das Leben muss sich also in sich selbst dem Untergang hingeben und zugleich die Kraft der Erhaltung in diesem Untergange in Sicherung des Wiederaufgangs haben. Wie es hierin weder durch die unmittelbare äussere Abhängigkeit unter, noch durch diese wiederaufgeht, so muss es in *selbstständigem* Bildungstrieb wirken und schaffen, also der äussern Abhängigkeit und ihren verlockenden Reizen entzogen sein. Dieser Vorgang setzt somit den höchsten Grad von Innerlichkeit und Selbstständigkeit voraus. Da aber diesen Charakter die Pflanze im höchsten Lebenssatze erlangt, so muss er nicht nur das ganze Pflanzengebilde, sondern auch den Ansatz

desselben als jüngstes Pflänzchen oder den Keim durchdringen. Dieser muss sich daher, wie die ganze Pflanze, zu dieser differenten Kraft des Gebildes erheben, kann somit nicht mehr elementarer Keim wie der Sporenschlauch der Akotyledonen bleiben, der wie die Gewächse dieser Klasse mangelhaft und indifferent bleibt, obwohl er sich in seiner Individualität als jüngstes Pflänzchen wie der Embryo der Phanerogamen zeigt, da es ja auf der niedersten Stufe einzelne Zellen als Pflänzchen (wie z. B. bei Protococcus etc.) gibt. So lange daher die niedere vorzugsweise unter der äussern Abhängigkeit stehende Vegetation der zwei ersten Lebensabschnitte der Verkörperung und Vermehrung herrscht, da kann weder bei der einzelnen Pflanze, noch in dieser ersten Klasse des Gewächsreichs mit dem Principe der Wurzelherrschaft, dieses Lebensmoment der höhern Innerlichkeit und innerlichen Germination und die Freiheit von der äussern Abhängigkeit durchdringen. Daher muss vor Allem zuerst die äussere Abhängigkeit und der horizontal treibende, an den Boden fesselnde Thallus- und Wurzeltrieb überwältigt und der Uebergang zur höhern Innerlichkeit mit *verstärktem mehrfachem* Hüllenwesen, dergleichen die Embryobildung der Phanerogamen erfordert, allmählich auch im gemeinen Axengebilde vorbereitet werden, da aus diesem, als seinem Vorbilde, der Fruchtknoten hervorgeht. Denn da die Frucht als höheres Axengebilde aus einem niedern hervorgeht, so muss dieses nicht nur verwandte Natur haben, sondern jene kann auch nicht eher erscheinen, bis dieses in seiner Vollständigkeit erreicht ist. Wie daher bei jeder Pflanze die wahre Frucht als Wiedererzeugung der Axenerscheinung nur erst auf die Reife und Abgeschlossen-

heit der niedern Vegetation und des Fortsprossens des gemeinen Axengebildes im Blüthenreceptakel nachfolgt, so kann auch in der Geschichte des Gewächsreichs auf dieser Stufe der ersten Klasse die wahre Fruchtbildung nur erst auf der Spitze der Klasse da nachfolgen, wo im gemeinen Axengebilde die *vollständige* Erscheinung der *Receptakelbildung* im Charakter des *pistill- und fruchtartigen* Baues eingekehrt und damit das gemeine Axengebilde dem höhern oder dem wahren Pistill und der Frucht *nächst verwandt* geworden ist. Denn durch die im *Blüthenreceptakel* herrschende Reife des Lebens wird nicht nur der fortsprossende Axentrieb der niedern Vegetation gebrochen und beendet, so dass die Kraft der Axenbildung nicht mehr *darin* fortschreiten kann, sondern in Bildung einer neuen eigenthümlichen Axe als Pistill übergehen muss, sondern es wird in dieser *Receptakelreife* überhaupt die *Vermehrungsgeschichte* oder die Wirksamkeit des zweiten Lebensabschnittes in Knospen und Entfaltung aufgehoben, also die Keimgrundlage zur erneuten Germination der höhern Axen als Pistille gelegt, so dass beides ähnliche Naturen, wenn auch in verschiedenen Zuständen, sein müssen. Da aber erst auf die Beendigung der niedern Lebensabschnitte der Verkörperung und Vermehrung die Eigenthümlichkeit der Erscheinungen des dritten Lebensabschnittes durchdringen kann, welche bis dahin bei ihrem Wirken im Allgemeinen für sich nicht hervortreten konnte, so ist klar, wie die wahre Frucht im Pistill nicht nur keine unmittelbare Fortsetzung, sondern vielmehr zuerst ein Gegentheil der allgemeinen in Reife stehenden Axe also eine wiederverjüngte Germination aus der Keimgrundlage des Receptakels ist

und erst im Uebergang der ersten in die zweite Klasse des Gewächsreichs vollständig erscheinen kann, da hier erst die volle, das ganze Gewächs durchdringende, zweiseitig entgegengesetzte Polarisirung und Differenzirung herrschend wird, die sich am ausgezeichnetsten in dem hier eintretenden Gegensatz von Wurzel- und Stammwesen zeigt. Denn der Uebergang in die Receptakelerscheinung ist auch ein Gegensatz gegen das gemeine Wurzeln, da er die Vermehrungsgeschichte und so viel hier möglich ist, alle äussere Produktion aufzuheben strebt und in die Fortpflanzungsgeschichte umwendet. Selbst das Blattwesen erstirbt im Receptakel, so dass über ihm in Blumen eine erneute Produktion erscheinen muss, obwohl diese selbst vom Charakter der Reife des Receptakelwesens durchdrungen ist. Wie daher dem Pistill als Wiederverjüngung die höchste Reife nicht nur im Receptakelwesen, sondern auch in dem Wesen der Verstäubung vorausgeht, so sehen wir daher auch wie die mit der Verstäubung nächst verwandte Sporangien- und Sporenerscheinung in reichlichster, oft unermesslicher Fülle bei den Filicinen vorkommt. Obgleich in diesem Uebermaas der Entwicklung und Reife die gemeine Axe im Blüthenreceptakel untergeht, so ist dies doch zugleich der Punkt, in dem das Pistill und die Frucht in erneuter Germination aufgehen, so dass die Keimgrundlage (Receptakel) mit dem daraus hervorgehenden Produkt (Pistill und Frucht) nächst verwandter Natur sein muss. Diese wahrhaft fruchtartige und somit auch höhere receptakelartige Natur erlangt das gemeine Axengebilde erst in dem fruchtartigen Baue des Filicinenstammes, wie wir bei der Abhandlung über die Filicinen besonders die Baumfarne nachweisen werden.

Dass die Wedel der Filicinen ursprünglich Axengebilde oder Zweiglein sind, wird sich im Erscheinen derselben bei den höhern Familien der Gonatopteriden ergeben. Dass sie aber dem Zustande höchster Reife angehören, ergibt sich schon auf den ersten Blick, wird aber gleichfalls dort im Einzelnen weiter ausgeführt werden. Im Allgemeinen ist dieser Reifegrad äusserlich schon aus der vielfachen feinen geregelten Theilung der Blattflächen und gesetzmässigen Verästelung des Gerippes ersichtlich, innerlich aber ausser Anderm auch in der Expansion und Auswärtskrümmung der Gefässbündel des Stammes und Blattstengels wahrzunehmen, so dass ihre concave Fläche dem Umfange zu gerichtet ist und dasselbe Reifemoment versinnlicht, welches sich so oft in den aus- und abwärts umgebogenen Rändern der Fruchtblättchen ausspricht.

Zwar kommt die Erscheinung des Blüthenreceptakels schon früher in dieser Klasse, wie namentlich bei den Moosen, vor. Ja sie hat auch dort schon wie in den Phanerogamen im Allgemeinen einen Pistillansatz in der Columella zur Folge, woraus sogar in den Rhizokarpen der Anfang von wahrer Fruchtbildung mit Samenknospen erfolgt. Allein, da dort noch nicht dieser höhere pistillartige Bau und Charakter, wie in den Filicinen vorkommt, woraus erst die höhere Innerlichkeit und Dauerhaftigkeit des Bestandes erreicht wird, so kann daraus noch keine dauerhafte Grundlage weder für den Stamm noch für das Pistill erwachsen, so dass beide Erscheinungen nur vorübergehend sind. Zwar geht die Axe in den *Characeen* und *Equisetaceen* wieder in pistillartiger Zusammensetzung aus Samenknospen und Fruchtknoten auf. Allein dennoch kann sie sich noch nicht

zur wahren Natur der Fruchtartigkeit erheben, wie der Stamm der Baumfarne. Ja sogar hat die gemeine Axe bei den Baumfarnen, Cycadeen und den folgenden Palmen einen reichen Inhalt (gleichsam eine Keimgrundlage als Mark) erlangt, den sie andauernd verschliesst, ohne ihn der Entäusserung zu opfern.

Obwohl nun das gemeine Axengebilde selbst nicht wahre Frucht werden kann, so hat es dennoch in diesem Uebergang zur Fruchtnatur durch höhere receptakelartige Vegetation auch die Grundlage der wiederverjüngten Erscheinung, die dem Pistill eigen ist, im Innern erlangt, so dass dieses Axengebilde nicht mehr wie bei den Axen der ersten Klasse durch Eindringen der Reife in es untergeht, sondern einen Stammkörper im Innern erzeugt, der als Stengelkern zwar schon bei den Isoëteen vorkommt, aber erst in den Baumfarnen in dauernder Grundlage erscheint.

So können nun auch beide Axenorgane, da sie verwandte Organismen sind, auch verwandte, verjüngte, zusammengesetzte aus sich hervorbringen, indem nämlich aus dem gemeinen Axengebilde innerlich entstehende *Zweig- oder Axillarknospen*, so wie aus der Frucht die *zusammengesetzten Embryen* hervorgehen. Schon daraus muss verständlich werden, wie beide der höhern Innerlichkeit angehörige und darum auch geringern oder grössern Embryozustand durch Hüllen enthaltende Gebilde erst hier entstehen können, wo auch die Grundlage oder die Axenorgane denselben Charakter in ähnlich complicirter Erscheinung haben. Darin liegt aber auch ein weiterer Grund, dass erst in dieser Gradation die zweiseitig entgegengesetze Polarisation, der Charakter innerlicher Dif-

ferenz, welcher sowohl dem Embryo der Phanerogamen, wo er sich sogar schon äusserlich in Schnäbelchen und Blattfederchen ausspricht, als der Zweigknospe wie dem ganzen gemeinen Axengebilde eigen ist, erreicht werden kann, so dass beide als Pflänzchen im Ansatze erscheinen.

Da der zusammengesetzte Keimling (Blattembryo) in die Kategorie und Verwandtschaft der Zweigknospen gehört und gleichsam wie ein Pflänzchen auf der Pflanze erscheint, so muss er auch in der Mutterpflanze und von ihr ernährt und gebildet werden, also in seiner Vermehrung und Entwicklung noch von der Mutterpflanze und nicht mehr von aussen abhängig sein, wie es die Spore in ihrer Keimung ist, um seine Anlage dem Wesen der Mutterpflanze entsprechend auszubiden. Dieses Geschick innerlicher Selbstständigkeit und Freiheit des Bildungstriebes wird dem Pollenschlauch in der Samenknospe der Frucht zu Theil. Hier hat sich die Pflanze gleichsam ihre eigene Erde für die Germination des elementaren Keims geschaffen und den Bedarf an äusserer Bedingung zur Keimung innerlich eingezogen und angeeignet, um sich von aussen unabhängig zu machen. Daher hat dieser Embryo auch nicht mehr jenes Gepräge von Aeusserlichkeit und Wurzelartigkeit, welches im Proembryo mit seinen gegliederten Wurzelhaaren erscheint. Vielmehr erlangt dieser sich innerlich entwickelnde und bildende Embryo nicht nur in seinem eigenen Bau und Gewebe eine verhältnissmässig sehr dichte compakte Bindung und Concentration, sondern auch die höchste Abgeschlossenheit und Verbergung in engster härtester Hülle. Durch diesen Erhaltungstrieb wird ihm eine solche Unabhängigkeit und Freiheit von den Einflüssen und

Reizen der Aussenwelt gesichert, dass er Jahre, ja nicht selten Jahrhunderte lang, ohne unmittelbare organische Beziehung und Verbindung mit dieser leben kann.

Zu diesem höchsten Ziel gelangt die Vegetation erst am Schlusse dieser ersten Klasse. Wir müssen daher vor Allem zuerst in der nächstfolgenden sechsten Ordnung die mannichfaltig wechselnden Stufen des Kampfes gegen die äussere Abhängigkeit durchwandern. Denn hier schwebt die Lebensgeschichte noch vorzugsweise im Lebensprincip der Blüthenerscheinung, also in Produktion, wo die auf die Receptakelreife erneute Hüllenbildung erst beginnt, daher noch sehr schwach und vergänglich ist. Davon wollen wir ausführlicher in der folgenden Einleitung handeln.

B. Sechste Ordnung der Klasse der Akotyledonen. Die Gonatopteriden.

> Wir gelangen zur Aufgabe: aus den Momenten, welche die Beobachtung der einzelnen Planzen, als im Pflanzenleben begründet, nachgewiesen hat, eine Beschauung der Pflanzenwelt abzuleiten, in welcher durch Wiederholung jener Momente die Pflanzenwelt als Einheit erscheint, einem ihrer am höchsten organisirten Individuen, in ihrer Entfaltung vergleichbar.
>
> Reichenbach (nat. Pflanzensyst. S. 7).

a) Grundcharakter.

Diese Ordnung, welche nach dem ihr von uns bestimmten Umfange, ausser den von Willdenow, Bartling und Andern unter den fehlerhaft gebildeten Benennungen Gonopteriden oder Gonyopteriden zusammengefassten *Characeen* und *Equisetaceen*, auch die Familien der *Lycopodiaceen*, *Rhizokarpeen*, *Isoëteen*, *Ophioglosseen* und *Marattiaceen* in sich begreift, zeichnet sich im Allgemeinen schon vor der siebenten, ja selbst vor allen anderen Ordnungen dieser Klasse durch die wandelbarste Gestaltung, durch den regsten Wechsel entgegengesetzter Erscheinungen

und eine so grosse Mannichfaltigkeit zumal im Blatt- und Fruchtwesen aus, dass kaum bei den einzelnen Familien, geschweige bei der ganzen Ordnung, von einem Totalhabitus die Rede sein kann. Wie zwar eine gesetzlich geregelte Gradation und Metamorphose, aber dennoch kein äusserer und sicherer Zug der Einheit, kein fester Faden des Zusammenhangs der äusserlichen Erscheinungen durch das Ganze geht, so stehen auch die aufeinanderfolgenden Familien und Gebilde meistentheils vielmehr in einem Wechsel von Gegensätzen und Sprüngen als in allmählig vermittelten Uebergängen. Darum sind auch in fast keiner andern Ordnung des Gewächsreichs die Familien so verkehrt und widernatürlich von der seitherigen in der *Jussieu-Decandolle'schen* Methode systematisirenden Botanik, welche leider in neuester Zeit mehr als je in ein vages, auf äusseren Schein gehendes Hin- und Herrathen, in beliebiges Phantasiespiel und in die Willkür des principienlosen Construirens ausgeartet ist, durcheinandergeworfen worden als in dieser. Um so sorgfältiger und genauer ist darum hier, wo die Erscheinungen sich in die Innerlichkeit zurückziehen und die Lebensgeschichte sich vorzugsweise in innerlichen Produktionen zu bewegen beginnt, auf die innern biologischen Gründe dieser Erscheinungsweise und auf das vorherrschende Gestaltungsprincip in dieser Ordnung zu achten. Diess ist die Metamorphose durch die Herrschaft des *Lebensprincips der Blüthenerscheinung,* welches die Lebensgesetze dieses Wechsels enthält und darnach, zumalen in den höhern Lebensabschnitten, den Charakter der Ordnung bestimmt.

Zwar kann die wahre Natur des Blüthenwesens, weil sie die höchsten Gegensätze des ersten und

zweiten Lebensabschnittes, der Reife und Wiederverjüngung, der Aeusserlichkeit und Innerlichkeit im fast *gleichen* Maase in Anthere und Pistill beisammen enthält und in der Frucht ineinander wendet, in dieser Ordnung wie in der ganzen Klasse noch nicht zur vollkommenen Erscheinung durchdringen. Daher kommen die Blüthen mit dieser ihrer Eigenthümlichkeit bei dieser Ordnung nur vorübergehend und unvollständig in einer einzigen Familie, den Rhizokarpen, vor und selbst auch bei diesen nur rudimentär ohne vollkommene Ausbildung. Da in dieser ganzen Klasse die Wurzelherrschaft waltet und darum vorzugsweise die Aeusserlichkeit und Reife des Lebens vorherrscht und ihre Typen der Vegetation einprägt, so hat damit auch in der Herrschaft des Blüthenwesens jener Theil der Blüthen, welcher vor dem andern zuerst erscheint und dem Charakter der Aeusserlichkeit und des Wurzelwesens entspricht und näher verwandt ist, das *Antherenwesen mit seiner Verstäubung* und seinem nur sehr schwachen Embryozustand, dessen Keime schnell in Aussaat, Entäusserung und Germination übergehen, noch in dieser sechsten Ordnung bei Weitem das Uebergewicht über das pistillartige gegentheilige Lebensmoment der Wiederherstellung durch Verjüngung und innerliche Germination so wie über die wahre Frucht und Samenerscheinung. Dennoch kann dieses Lebensmoment und sein Gegensatz nirgends in dieser Ordnung fehlen. Vielmehr tritt er oft in starker Aeusserung hervor. Denn, kann er auch nicht jenen höhern dauerhafteren Bestand fassen, indem die Erscheinung der Innerlichkeit und des Axengebildes meist nur untergeordnet ist und nicht zur wahren Funktion gelangt, da sie bald wieder von dem

in der ganzen Klasse vorherrschenden siegreichen Gegner überwältigt wird, so erfolgt doch hieraus ein sehr reger obwohl ungleicher Kampf des sich empörenden und bei jeder Erhebung alsbald wieder unterworfenen Bindungstriebes gegen die herrschende Lebensmacht der Entäusserung, der schnellste Wechsel von Einigung und Entzweiung, von festem Bau und Ruin desselben, von Embryozustand und rasch folgender Germination, so dass nur eine schwebende Haltung und schwankende Bildung zwischen diesen Extremen in den Erscheinungen hervortritt, welche schon im Allgemeinen dieser Klasse eigen ist, hier aber noch sehr zugenommen hat. Daher ist im Allgemeinen hier zwar auch eine allmählige Metamorphose der Gebilde und Organe von einer zur andern Familie und eine stufenweise geregelte Fortbildung des Bestehenden zur höhern Gestaltung. Allein dennoch bewegt sich diese auf dieser Stufe der jugendlich kräftigen Germination sehr rasch. Jedes Gebilde der Innerlichkeit, jeder Embryozustand, jede Annäherung zur Frucht, jedes Axengebilde kann nur vorübergehend erscheinen, da sich derselben alsbald der expansive entäussernde aufschliessende Horizontaltrieb bemächtigt, welcher sogar in den Characeen die sonst innerlichsten Gebilde, die Samenknospen, hier beherrscht und in seine Eigenthümlichkeit herabzieht.

Allerdings kann bei der Fortpflanzungsgeschichte die Vermählung und gegenseitige Durchdringung der Geschlechter nicht fehlen. Denn jeder Theil, in dem sich das Ganze fortpflanzt, muss auch die concentrirte Kraft des Ganzen, welche im ersten und zweiten Lebensabschnitte in die Gegensätze hervorgetreten ist, im compendiären körperlichen Ansatze zur Entwicklung des Ganzen enthalten. Demgemäss

muss das Gepräge dieses Charakters der gegenseitigen Durchdringung der sich ergänzenden Lebenshälften, welche sich am klarsten im Gegensatze der Blüthen der Phanerogamen, Pistill und Anthere, kund geben, auch auf dieser Stufe schon erscheinen, da wir in einem Lebenskreise stehen, der über die erste wahre Receptakelartigkeit in der Moosvegetation schon hinausgeht. Jedoch kann diese Erscheinung in dieser Ordnung, wie in der ganzen Klasse, nur erst die niederste Stufe der über dem Receptakel herrschenden Organisation, also die *Antherenartigkeit* vorzugsweise erreichen, worin noch der Zustand der Reife, baldigen Entäusserung und Auflösung vorherrscht, während der Rückzug zur Innerlichkeit nur in schwachen Regungen und nur vorübergehend sich behaupten kann. Daher tritt das Lebensprincip des Blüthenwesens als *Differenzirung* der indifferenten Gebilde im *Untergange* derselben durch die Reife und *Wiederaufgang* in verjüngter Erscheinung und in Regermination überall hervor. Dennoch ist diese erneute Produktion selbst alsogleich auch wieder im Zustande der Entäusserung und Reife, ähnlich wie zwar *über* dem Blüthenreceptakel in den Blumen und Staubgefässen eine verjüngte Vegetation auftritt, welche ungeachtet dessen keine wahre dauerhafte Innerlichkeit haben kann, sondern schon im Ursprung den Grund der Reife in sich trägt. Ungeachtet in der Blüthenerscheinung scheinbar die Gegensätze in Einseitigkeit herrschen, so dass die Staubgefässe in ihrem Uebergang zur äusserlichen Verschrumpfung und Verkümmerung, und zum innerlichen Auflösen und Zerfallen ihres Gewebes den Charakter der Reife und Entkörperung *vorzugsweise* enthalten, die Pistille

dagegen den Wiederaufgang, die Wiederverkörperung in jugendlich grünendem webenden Wachsthume und in Anschwellung zur Fülle verjüngten fleischigen Materials und saftigen Parenchyms in sich darstellen, so ist dennoch zur Vollkommenheit des Ganzen solcher Pflanzen mit solchen Blüthen auch die *Ergänzung* durch die Gegenbeziehung und die gegenseitige Durchdringung beider Lebenshälften wesentliches organisches Erforderniss und demnach auch wirklich vorhanden, indem beide Lebensfaktoren von Aeusserlichkeit und Innerlichkeit, von Reife und verjüngender Regermination auch schon in jedem Theile der einzelnen Blüthen sich durchdringen, obwohl in dem einen die Kraft dieses, in dem andern die jenes überwiegt. Denn eben so sehr, als z. B. in der Anthere die Auflösung und Entäusserung herrscht, tritt doch auch wieder die peripherische knospige Bindung im ganzen Umfange der Anthere wie in den einzelnen Theilen, in Mutterzellen des Pollens und in Pollenhäuten entgegen, um ihre Erhaltung und Verjüngung in Innerlichkeit zu sichern und den Pollenschlauch als Zellenembryo gegen die Verzehrung der Reife zu schützen. Sonach herrschen schon beide Lebensfaktoren beider Blüthentheile in dem antherenartigen Gebilde und somit auch die entgegengesetzten Lebensmomente des Blüthenwesens im Kreise der Akotyledonen. In dieser Zweiseitigkeit, welche die Indifferenz zugleich hat, kann daher die Spore und das Pollenkorn als Fortpflanzungskeim erscheinen. Dessen ungeachtet *herrscht* aber das Lebensmoment der Reife hier bei Weitem *vor*, wie in der Verstäubung überhaupt im Vergleich mit dem Pistille. Daher der schnelle Aufbruch des Embryozustandes, die rasche Befreiung des Sporen-

keimchens oder Pollenschlauchs aus den allgemeinen und besondern Hüllen in baldigster Aussaat, um aufs schnellste im Drange dieser Ueberreife zur Regermination in der Erde bei den Akotyledonen oder in Samenknospen bei den Phanerogamen zu eilen und dem Zustande der Verzehrung in Reife zu entgehen. Indem aber die Fortpflanzungsgeschichte in die Erscheinung tritt, muss die niedere Vegetation und Vermehrungsgeschichte abgeschlossen sein. Denn für den Beginn der Fortpflanzungsgeschichte ist die *Reife* und das Ziel der vollständig erreichten Individualität der Pflanze vorausgesetzt, worin diese aus dem Ueberflusse eigenen Bestandes mehr oder weniger zur Produktion anderer aus sich abgeben kann. Wie nun das Lebensprincip, welches die Metamorphose unserer sechsten Ordnung der Klasse der Akotylen bestimmt, mit dem Lebenscharakter des Blüthen- und vorzugsweise des Antherenwesens und der Verstäubung übereinstimmt oder doch damit nächst verwandt ist, so muss sie auch von jenem Lebenskreise in dieser Klasse ausgehen, in welchem derselbe Lebenszustand herrscht, der in dem *Blüthenreceptakel* und der blumenartigen Erscheinung die Grundlage *für* die höhere Vegetation der *Fortpflanzungsgeschichte* ausmacht, nämlich von der *Ordnung der Laubmoose.* Von dieser Grundlage dieses vorausgesetzten Lebenskreises aus muss daher das *Blattwesen* als vorzüglichster Ausdruck der Vermehrungsgeschichte nicht nur in seine *höchste Reife* übergehen, sondern auch zur Verzehrung seines Parenchyms, zur Abnahme von dessen Vermehrungsgeschichte im Grünen, zur Verschrumpfung, Verkümmerung, Erstarrung und Innerlichkeit fortschreiten, was wir insbesondere in der Blatterscheinung der Zähne der

Mooskapsel und bei der ersten Familie der Gonatopteriden, den *Lycopodiaceen*, als Hauptcharakter ihrer Blatterscheinung wahrnehmen. Denn die nächstfolgende Stufe ist die Erscheinung im völligen Untergange alles Blattparenchyms bei den *Characeen*, die sogar *keine Blattreste* mehr haben, so dass dieses durch erneute Germination bei den Equisetaceen wiederhergestellt werden muss. Schon daraus ergibt sich, wird aber unten bei Darstellung der Wesenheit der Staubgefässe der Phanerogamen noch gründlicher erörtert werden, dass die *Fortpflanzungsgeschichte* in den Staubgefässen oder bei den Akotylen in der Sporangien- und Sporenproduktion *nicht vom eigentlichen Blattwesen in seiner Vermehrungsgeschichte oder in seinem wachsenden und wahrhaft grünenden Zustande*, also nicht aus *wahrem Battparenchym mit wahrem Chlorophyll* hervorgehen kann. Auch sind die Wedel der Filicinen, die Fruchtblätter der Ophioglosseen und Marattiaceen, die Sporakarpien der Equisetaceen wie die *Früchte und Staubgefässe* der Phanerogamen *ursprünglich keine Blätter*, sondern *Axengebilde*, die durch das Uebermaas der herrschenden Reife und Entäusserung zum Theil in die *Blattexpansion* übergeführt wurden.

Die Keimbildung für die Fortpflanzung ist ein innerlicher Vorgang, eine Ueberführung des innerlichen Materials in den Embryozustand also ein *Gegensatz* gegen die Hingebung an die Aeusserlichkeit im Wachsthum des Blattes und in der Vermehrung des Parenchyms. Das Material der Keimbildung muss, da die Fortpflanzung zwischen Entäusserung in Germination und zwischen Erhaltung im Embryozustande schwebt, auch diesen Zustand der *Schwebe* zwischen den Extremen von Aeusserlichkeit und

Innerlichkeit in deren gegenseitigen Durchdringung zur Indifferenz haben. Diese Grundlage findet sich im *Mark* der Pflanzen. Darum herrscht auch in den Ordnungen der Akotylen, wie schon vorzüglich in den niedersten, z. B. den *Flechten*, den *Pilzen* und *Schwämmen*, die reichlichste Verstäubung oder Sporenproduktion, weil sie ausser ihrer Wurzelnatur durch und durch fast nur *Markwesen sind.* Allein die Marksubstanz hat die Schwebe zwischen beiden höchsten Gegensätzen von Aeusserlichkeit und Innerlichkeit, wie sich nicht nur in ihrer Wesenheit kund gibt, sondern auch in der Durchdringung des Pflanzenkörpers von innen nach aussen, so dass das Mark eben so sehr als es im Markkanal liegt, auch mit der Rinde, in die es oft über und aus der es hervorgeht, und mit den appendiculären Organen durch die Markstrahlen in Verbindung steht. Daher geht es auch in alle äussere Blattproduktion über. Indem in dieser Hingebung an die Entäusserung in der Vermehrungsgeschichte die innere Grundlage, der Keimgehalt erschöpft wird, wie man in den meist hohlen Stämmen und Stengeln wahrnimmt, so kehrt auch in höherer Reaction der Erhaltungstrieb ein, welcher in Hüllenbildung und Zurückhaltung des Keimgehaltes oder Markes gegen die Entäusserung thätig ist. Dadurch wird das Mark, statt der Freilassung zu Blattparenchym, wozu es seinem Charakter gemäss, da es ursprünglich vom Wurzelwesen stammt, hinstrebt, nach innen in die Keimbildung der Verstäubung und Sporenbildung übergeführt. So geht das *Mark*, als ein in der Schwebe zwischen den Gegensätzen der Aeusserlichkeit und Innerlichkeit stehendes Gebilde, das bald mehr als wahres Mark bald mehr als Rindensubstanz erscheint, in diese zwei

Extreme der Differenzirung von *äusserer* Germination (wahres Blattparenchym) und von *innerer* Germination (Sporen oder Pollen). Wie aber diese *Extreme* selbst nicht ineinander übergehen können und die Verstäubung nicht mehr Blattparenchym werden kann, so kann weder die Sporenbildung noch die Verstäubung aus *Blattparenchym* hervorgehen. Da aber in den Akotylen im Allgemeinen noch *kein eingeschlossenes* Mark (oder doch nur selten) sich findet, sondern dieses sich im Umfange der Axe, also äusserlich anlagert, so findet auch ein steter unmittelbarer Uebergang desselben in die Entäusserung zu Blattparenchym statt. In diesem unmittelbaren Zusammenhang und Uebergang kann sich somit *noch nicht* jener *ausdrucksvolle Gegensatz* von Mark und wahrem Blattparenchym geltend machen, welcher sich im höhern Gewächsreich kund gibt, so dass, da beide Gebilde hier unmittelbar aneinander grenzen und ineinander übergehen, ihre wahre Unterscheidung nur in der wirklichen Erscheinung erkannt wird. Wie das *Mark* bei den Akotylen überall zunächst *um* die Axen (Haupt- und Seitenaxen) gelagert ist, also der Innerlichkeit mehr als das wahre Blattparenchym angehört, obwohl es noch nicht wahrhaft innerlich in einem Markkanal erscheinen kann, so entstehen auch überall bei den Gonatopteriden und Filicinen die Sporangien nur in der *Nähe* der Axen (wenn auch nicht in unmittelbarer Verbindung mit denselben) wie z. B. bei den Ophioglosseen neben der Hauptaxe des Fruchtträgers, bei den Marattiaceen und Filicinen neben und längs der Seitennerven, so dass auch diese Reihen von Sporangien dem Zuge dieser Axen in der ihm folgenden Marklage angehören. Die niedern Seitenaxen oder die mehr gegen

die Basis der Pflanze stehenden Wedel haben aber weder wahre Markbildung noch Sporangien, weil sie noch mehr in der Aeusserlichkeit und äussern Abhängigkeit der Vermehrungsgeschichte des Lebens stehen und dem Wurzelwesen und dessen Herrschaft in Ernährung und Vermehrung vorzugsweise noch angehören. Daher haben sie den Entäusserungszustand, so dass, da kein Markgehalt für die Keimgrundlage sich ansetzen kann, alle Produktion für die Entäusserung in Blattparenchym verwendet wird. Um so üppiger tritt im Gegensatze gegen diese Entäusserung die innerliche Germination, die Mark- und Keimbildung auf den höhern Wedeln, den Fruchtblättern, hervor, obgleich auch hier noch ein grosser Theil des Materials für das Blattwesen entzogen wird.

Da wir nun in den *Laubmoosen*, wie oben erörtert wurde, die Grundlage, gleichsam die Vorbereitung für die Lebenserscheinungen des Kreises der Gonatopteriden entdecken, so haben wir zuerst im folgenden Abschnitte diesen organischen Zusammenhang der Laubmosse mit der ersten Familie der Gonatopteriden, den Lycopodiaceen, zu erörtern, müssen aber vorher zum klaren Verständnisse dieses Fortschrittes sowohl als zur tiefern Einsicht in das Wesen dieser sechsten Ordnung und ihres Ueberganges in die siebente die wichtigeren biologischen und morphologischen Lehrsätze über das *Blüthenreceptakel*, die *Blüthen* und die *Fortpflanzungsorgane* überhaupt, so weit solche hier in Betracht kommen, vortragen.

Der Pflanzenorganismus hat drei Hauptlebensabschnitte und deren Organe, nämlich 1) die Verkörperungs- oder Ernährungsgeschichte, 2) die Vermehrung und 3) die Fortpflanzung. In der Verkörperungsgeschichte wird

die Grundlage des Ganzen im Material des Stammes angelegt. Das Hauptziel der Verkörperungsgeschichte ist die Produktion der centralen oder Hauptaxe. In der Vermehrungsgeschichte werden aus dieser Grundlage seitliche Axen und Triebe in vermehrter Anzahl producirt. Da aber die Seitenaxen der Hauptaxe entsprossen und das Material derselben, je zahlreicher und üppiger sie erscheinen, verbrauchen und erschöpfen, so wird die Vermehrungsgeschichte endlich in höchster Entäusserung der Hauptaxe eine Entkörperung des Pflanzenkörpers oder Stammes. Somit geht aus der Wirkung des zweiten Lebensabschnittes das Gegentheil vom ersten Lebensabschnitte hervor, so dass beide im Wechsel einander beschränken. Als Gegentheile, die beide einander aufheben, können sie dem Wesen nach nicht in *gleicher* Kraft beisammen bestehen. Da aber die Fortpflanzungsgeschichte, welche über beiden steht, gegen beide gerichtet ist und der eigenthümlichen Richtung eines jeden derselben widerstrebt, so erfüllt diese die Aufgabe, beide ineinander überzuführen, das gesetzlich geregelte Maas beider gegeneinander zu bestimmen und ihr Zusammenwirken in abgemessener Ausgleichung zu leiten. In diesem allgemeinen Wirken des Lebensprincips der Fortpflanzung wird bald die Verkörperung in die Entäusserung vorzugsweise geführt und somit in ihrem eigenthümlichen Erscheinen mehr oder weniger gehemmt, bald wird die Entäusserung im Vermehrungstrieb umgewendet. So herrscht bald der eine, bald der andere Theil im Wechsel vor, so wie er mehr freigelassen wird. Wenn aber dieses allgemeine Wirken zum vollen Ziele gelangt, so wird darin das Gleichgewicht beider Lebensabschnitte erreicht, womit beide einander im fast gleichen Maase

durchdringen, keiner mehr für sich allein hervortreten, keiner sich über den andern ohne die gesetzlich abgemessene Beschränkung des andern erheben kann. Dieses völlige Gleichmaas der Kräfte und Gegensätze, worin sie einander durchdringen und somit ihr Wirken aufheben, muss den Stillstand der Lebensgeschichte auch in sinnlicher Erscheinung zur Folge haben. Ja wenn völlige gegenseitige organische Ausgleichung eintreten könnte, müsste der Abschluss und völlige Untergang des Lebens auch in wirklicher Erscheinung erfolgen. Die *Annäherung* an diesen Zustand völliger Ausgleichung der Lebensabschnitte gibt sich in der Erscheinung des *Blüthenreceptakels* kund, worin beide Lebensabschnitte fast völlig indifferent werden, so dass dieselben auch dieses indifferente in sich wie todt erscheinende Gebilde ohne Entwicklung von unterscheidbaren Theilen produciren. In diesem unscheinbaren Punkte des Blüthenreceptakels wäre völligste Reife und Abschluss des Lebens, wenn dieses Ziel der Ausgleichung der Lebenstriebe vollständig erreicht werden könnte. Da aber das Wirken derselben noch nicht absolut erschöpft und aufgehoben ist, so können sich die Gegentriebe über diesen Ausgleichungspunkt wieder in freier Kraft gegeneinander erheben. Jedoch stehen sie unter der Herrschaft der gesetzlichen Abgemessenheit gegeneinander, die ihnen aus dem Ausgleichungszustande eingeprägt ist. Darum treten sie in diesem Gesetz in besonderen eigenthümlichen Gebilden, den Blüthen, aus dem Allgemeinen für sich selbstständig über dieses Ausgleichungsmoment hinaus wieder um so reger und mächtiger hervor. Daraus erhellt nicht nur, wie die Blüthen überhaupt vom *Blüthenreceptakel* ausgehen, sondern wie sie

selbst als Axen im Charakter der Receptakelartigkeit erscheinen müssen und wie darum auch die Grundlage der Entwickelungsgeschichte nicht nur der Familie der Lycopodiaceen allein, sondern der ganzen sechsten Ordnung der Gonatopteriden im Blüthenreceptakel des vorausgehenden Kreises gegründet ist. Dieses *Blüthenreceptakel* ist die *Moostheca*. Denn da in der Ausgleichung der zwei niedern Lebensabschnitte im Ruhepunkt der Pflanze oder in dem Blumenreceptakel die Wirksamkeit des dritten Lebensabschnittes noch nicht erschöpft ist, sondern nur aus dem Allgemeinen mit erhöhter Kraft für sich in *eigenthümlichen* Gebilden hervortritt, so führt sie, nachdem die Gegentriebe zum Gleichmaase im Receptakel ineinandergewendet worden, die Triebe in dieser Richtung der Ineinanderwendung wirkend, über diese Gleichung hinaus, so dass die Gegentriebe der Entkörperung und Wiederverkörperung oder der Reife und Regermination einander durchdringend und sich kreuzend in entgegensetzten Richtungen sich wieder übereinander erheben müssen, sich, wie man im gewöhnlichen Leben sagt, überschlagen, somit einander theilweise wirklich verdrängen, einander aufheben und gegenseitig der eine an die Stelle des andern treten. Da sich damit die Lebensabschnitte in ihrem Wirken umkehren und aus der Ausgleichung und Indifferenz in entgegengesetzter Richtung wieder differenziren, so muss auch eine *Umkehrung* der sinnlichen Erscheinungsweise der höhern Vegetation und ihrer Lebensgeschichte im Vergleich mit der niedern auftreten, wie man schon im Allgemeinen daraus ersehen kann, dass die Pflanze vom Receptakel aus von der Reife und Entäusserung in den Staubgefässen in die höhere Verkörperungsgeschichte, Keimbildung

und Germination im Pistill zurückgeht, womit sie im ersten Lebensabschnitte beginnt.

Es drang im Kreise der Vermehrungsgeschichte die Entkörperung als Entäusserungsmoment, das von der äussern Abhängigkeit stammt, auch von aussen ein, während innerlich die Cohäsion herrscht. Auf jeden Akt der Entäusserung des Knospengebildes in Zweiglein und Blättern folgt zwar wieder ein neuer successiver Ansatz von Knospen im Innern, die Wiederverkörperung, die Wiederherstellung des concentrirten innerlichen Gebildes, das dann von Neuem wieder der Entäusserung in Seitentrieben der Vermehrung preisgegeben wird. Allein wie in diesem Wechsel beide Kräfte zunehmen und raschere Folge eintritt, wird der innere Gehalt des Axengebildes erschöpft, so dass statt der Zweiglein nur noch Blätter als Brakteen hervorgehen können. Die Reife und Expansion ist so gross, dass auch *die letzten Reste von Axen*, die Blattstiele und Mittelrippen der gemeinen Blätter in der Brakteenerscheinung *schwinden.*

Wie so nun auf dieser Höhe die Entkörperung ins Innerste der Axen gedrungen ist, so dass die ohnehin schwachen Blüthenstiele nicht selten sogar wie z. B. bei manchen Syngenesisten hohl erscheinen, so ist bei dieser Erschöpfung des Innern durch die fortgehende Aufblätterung der Erhaltungstrieb zur Reaction dagegen aufgefordert. Die Zurückhaltung der materiellen Grundlage und Keimfülle auf dem Umfang wird gegen den centralen Entäusserungstrieb für die Germination der höhern Organe sicher gestellt. Wie das Innere des Receptakels ausgehöhlt und expandirt wird, so tritt die Zunahme des Materials im Umfang des Recptakels auf. So durchdringen

sich beide Gegentriebe und wirken unmittelbar mit einander zusammen.

Da die Gegentriebe schon unterhalb des Receptakels zur gegenseitigen Durchdringung zusammenwirken ohne dieses Moment vollständig zu erreichen, sich aber über dem Receptakel aus ihrer gegenseitigen Durchdringung und Ausgleichung wieder zur Differenzirung überschlagen, so muss auch die Produktion, die *unter* dem Receptakel untergegangen ist, das Zweigwesen, *über* dem Receptakel in erneuter Germination obwohl in umgekehrter modificirter Natur wieder aufgehen.

In der Receptakelreife geht die ganze niedere Vegetation bis auf ihre Keimgrundlage, also vorzüglich *die Haupt- und Seitenaxen*, unter, so dass sie aus der Keimgrundlage des Receptakels in erneuter Germination und zwar die *Hauptaxe im Pistill, die Seitenaxen in den Staubgefässen*, das Blatt- und Wurzelwesen in den Perigoniums- und Kronenblättern wiederhergestellt werden müssen. Dieselbe Lebensgeschichte, welche sich hier im Fortschritt zur Blüthenbildung kund gibt, werden wir noch klarer in dem *System der Familien der Gonatopteriden* verfolgen. Vom Untergang der Axe aus im Moosreceptakel (Mooskapsel) werden wir einen fortgesetzten Wechsel von Aufgang und Untergang und Wiederaufgang sowohl der Haupt- als Seitenaxen aus einander gewahr. Demgemäss theilt das *Receptakel* die Vegetation der Pflanze in die *zwei Hälften der niedern und höhern Vegetation*, wovon die leztere sich wie eine in *umgekehrter* Lebensgeschichte erscheinende concentrirte Wiederholung jener darstellt. Dieselbe Scheidung findet sich daher auch in jeder Klasse und jeder Ordnung des Gewächsreichs zwischen

den niedern und höhern Kreisen derselben und demnach auch in unserer ersten Klasse der Akotylen. So findet man selbst, zumalen in den niedern Formen, in dieser Wiederholung oft einen auffallenden Parallelismus, wie z. B. bei unsern Genatopteriden die Characeen die grösste scheinbare Verwandtschaft mit den Gliederalgen haben, wie die Blumenkronen und Pistille das Wurzelwesen in ihren Papillen modificirt zu wiederholen scheinen. Indem in der Centralität des Receptakels der Entäusserungstrieb in Expansion seinen höchsten Grad erreicht, wird nicht nur das Sprossen der Spitze der Axe oder, wie in der Laubmoostheca, der Gipfeltrieb gebrochen und das Material in der Richtung vom Centrum zum Umfange hingetrieben, sondern es tritt auch von der *Peripherie* aus der Erhaltungstrieb zur Zurückhaltung und zur Bindung des Gehaltes Behufs der Ueberführung desselben zu Gehalt im Embryozustande entgegen, um die Keimgrundlage zur Wiederherstellung der Vegetation aus ihrem Untergange zu sichern. Im Allgemeinen ist darum die centrale Produktion ungeachtet ihrer Fülle von verjüngtem Material im Pistill keimlos, während die Keimgrundlage sich in peripherischen und eben darum das Wurzel- und Markwesen als Material für die Fortpflanzungsgeschichte enthaltenden Organen (Staubgefässen) und in diesen selbst nur peripherisch in den auf diesen Axengebilden quirlig erscheinenden vier Antherenloculamenten und deren *Inhalt,* nämlich dem in jedem erscheinenden Zellengewebsstrang, der den Pollen producirt, ansetzt, so dass darum der Keimgehalt für das Pistill auch von aussen durch den Pollenschlauch, also vom Umfange her, kommen muss. Hierin liegt auch ein umgekehrtes Vegetationsverhältniss im Vergleich mit der Vegetationsweise

auf der niedern Stufe *unter* dem Receptakel. Denn dort gingen in der Vermehrungsgeschichte die Produktionen aus dem Innern der Hauptaxen zu Zweiglein und Seitentrieben, also von innen nach aussen. Hier aber geht die Wiederherstellung der Haupt- und Nebenaxen vom Umfange her aus, also von aussen nach innen, indem die äussern peripherischen Axen als Staubgefässe früher entstehen als die innern centralen des Pistills und der Samen. Indem sich die Gegentriebe selbst auf der Peripherie durchdringen und überschlagen, so müssen auch aus ihrem Wirken Gebilde hervorgehen, welche nicht nur in der Schwebe beider Gegentriebe stehen, sondern auch ihre *Differenz* in höchster Potenz enthalten. Diess sind die Perigonien und Corollen mit den Staubgefässen, die *ursprünglich* in *einem* gemeinsamen Gebilde als *ein Ganzes* erscheinen, wie die Monopetalen zeigen und wie wir im Kreise unserer Ordnung hauptsächlich bei den Lycopodiaceen und Isoeteen nachweisen werden. Indem nämlich der vom Innern des Receptakels centrifugal wirkende, nach aussen treibende Entäusserungs- und Expansionstrieb mit dem vom Umfange her zur Centralität vorrückenden Erhaltungs-, Bindungs- und Verhüllungstrieb zusammentrifft und beide in diesen ihren Richtungen wieder aus der Durchdringung zur Differenz hervortreten, so muss auch das Produkt dieser zur Peripherie treibenden Expansionsmacht oder das Blattwesen der Perigonien und Corollen auf dem Receptakel wieder äusserlich und peripherisch werden, dagegen muss das Produkt des nach innen centripetal gehenden Erhaltungstriebes mit seiner Macht der Bindung und Cohäsion oder das wiederhergestellte Axen- und Knospenwesen im Staubgefäss und in noch höherer Erscheinung im Pistill innerlich und central werden.

Demnach erscheint auch das Petalum mit seiner Anthere nicht nur im Charakter der gegenseitigen Durchdringung der Gegentriebe, die in der Receptakelerscheinung herrscht, sondern auch in der Umkehrung der differenten Pole. Denn im Receptakel wird die Reife, welche unterhalb desselben peripherisch herrschte und in welcher die Zweiglein zu Brakteen untergingen, in die Centralität zugelassen, während peripherisch die Expansion des Brakteenwesens in dem peripherischen Bindungstrieb beschränkt wird. Umgekehrt aber gehen *über* dem Receptakel dieselben Gebilde nach entgegengesetzten Richtungen sich durchkreuzend innerlich wieder auf und stellen die im Receptakel untergegangene Produktion wieder her. Die seitlichen Triebe (Brakteen) *unter* dem Receptakel treiben wieder von innen (Centrum) heraus zur Entäusserung und Erschöpfung der Axe in Entfaltung, Aufbruch, Aufblätterung in den Petalen. Zwar folgt jedem Entfaltungsakt auch im Wechsel der Wiederansatz von knospiger Keimfülle nach. Allein diese fiel immer wieder der Entäusserung in erneuter Entwicklung bei der Vegetation unter dem Receptakel anheim, bis endlich das Ganze erschöpft in Receptakelreife endet. Treibt somit die Vegetationsgeschichte *unter* dem Receptakel als Gegensatz gegen die Verkörperungsgeschichte, gegen die Innerlichkeit und Axenartigkeit zur Erschöpfung der Axen in Entäusserung, in Entfaltung und Entwicklung, so dass die Haupt- und Seitenaxen endlich in der Receptakelerscheinung untergehen, so treibt *umgekehrt* die Vegetationsgeschichte über dem Receptakel stufenweise zur Wiederherstellung des Knospen- und Axenwesens nach innen zu in den Staubgefässen und Pistillen im Gegensatze gegen die Entäusse-

rung und Expansion. Zwar herrscht auch hier überall die innerliche Auflösung, Trennung und der expansive Trieb. Allein er wird durch die Uebermacht des peripherischen Verhüllungstriebs und die Axennatur in Schranken gehalten und nach innen gleichsam gefesselt und sein Produkt dem Embryozustand zugewendet. Daraus erfolgt denn die Erscheinung, dass in dem Staubgefässekranz wie in dem Pistille und zwar nicht nur in den ganzen Gebilden, sondern auch in den einzelnen Theilen, dieselbe innere centrale Entäusserung und peripherische Bindung herrscht wie im Receptakel. Insbesondere wird im Staubgefäss dadurch nicht nur die Ausscheidung des Zellgewebsstranges für jedes Antherenloculament gleichsam wie eine Theilung des Umfangs des Connectivs in vier Portionen bewirkt, sondern auch die innere Gliederung dieser Zellenreihen und ihre wiederholte Abtheilung in vier Portionen Specialmutterzellen des Pollens, während äusserlich die Hüllen der Antherenvalveln der innerlichen Reife, Zerlegung und Entäusserung Einhalt thun, was in gleicher Weise sich beim Pollenkorn wiederholt, da die innere Reife und Expansion des Pollenschlauchs durch die äussere Pollenhaut beschränkt wird.

Da die Vegetation über dem Receptakel die Wiederherstellung des unter demselben untergegangenen Knospen- und Axenwesens erzielt, so kann sie dieses aber vorerst und unmittelbar in den ersten daraus hervorgehenden peripherischen Gebilden noch nicht vollständig erlangen, weil in der nun wieder umgekehrten Polarisation die sich vom Centrum nach aussen ziehende Expansion wieder peripherisch ist und damit in den ersten auf den peripherischen Punkten entstehenden Axen die Natur der Recep-

takelartigkeit mit dem *Uebermaase ihrer Expansion* noch *vorherrscht.* Die ersten über dem Receptakel peripherisch wiederhergestellten Axen können daher vorerst nur im Charakter des Receptakels erscheinen d. h. sie sind in Receptakelreife und Expansion untergehende Axenorgane wie das Receptakel selbst und wie nicht minder die Samenknospen. Es sind alle, wie selbst die Staubgefässe, aus dem allgemeinen Blüthenreceptakel sich erhebende *besondere Receptakel-* oder Axenorgane, die sich schon dadurch vor den gemeinen Zweiglein und andern Axen auszeichnen, dass ihr Sprossen auf der *Spitze* und die wahre Axennatur in centraler Zunahme durch das Uebermaas der Expansion wie im Receptakel frühe *gebrochen und erschöpft* ist, so dass nur *abwärts* von der Spitze und an der Basis, so wie peripherisch noch eine Produktion hervorgehen kann, wie denn darum auch die Karpelle wie die Petalen mit breiterer Basis aufsitzen. Bei den Mono — oder Gamopetalen sind die Corollen darum nach unten expandirte und vergrösserte Staubgefässträger (androphora oder cylindri) oder phyllodienähnliche Filamente und nach oben Fortsätze und Auswucherungen des Connectivs, ganz ähnlich wie das expandirte Fruchtblatt der Farne ursprünglich ein in Blattartigkeit übergeführtes Axengebilde ist, was aus unserer Darstellung der Metamorphose derselben erhellen wird. Indem daher bei den Polypetalen die Reife im Receptakel stärker ist als in den Gamopetalen, so kann in den peripherischen Axen als Ansätzen zu den Staubgefässen auch nicht einmal mehr das knospige Antherengebilde zu Stande kommen und das ganze peripherische Staubgefäss wird im Entäuserungs- und Expansionstrieb zu einem Petalum wie bei den

sogen. gefüllten Blumen auch die innern untergehen.

Darum tritt auch der innere Gehalt des Receptakels an Wurzelwesen, das in den Axengebilden gebunden ist, in freien Spitzen in den sogen. Papillen der obern Fläche der Petalen hervor, wodurch sie meist wie sammetartig erscheinen. Denn dass die Petalen keine selbstständige ursprünglich primäre Erscheinung sind, sondern eine normale Umwandlung des peripherischen Staubgefässkranzes, geht schon daraus hervor, dass die innern Staubgefässkränze, wo mehrere concentrische Kreise von Staubgefässen erscheinen, keine ihnen zugehörigen Petalen haben. Daher sind Petalen und Staubgefässe auf den niedersten Stufen ihres Erscheinens wie bei den Isoeteen, Cycadeen, bei den Gamopetalen u. s. w. *ein* Gebilde, das erst durch die nachfolgende Differenzirung in die Gegensätze zweier Organe geschieden wird. Wie sich in den Gebilden über dem Receptakel zwar die Gegentriebe durchdringen, wie sie aber dennoch auch aus dem Gleichgewicht zur Differenz hervortreten, so steht auch das Staubgefäss in dieser Mitte und Schwebe zwischen der Axen- und Blattnatur. Allein wie im Petalum die Entäusserung und Blattartigkeit das Uebergewicht hat, so überwiegt im wahren vollen Staubgefäss mit dem nicht expandirten Filament und Connectiv die knospige Innerlichkeit und Verschlossenheit und die axenartige Beschaffenheit. Das Wurzelwesen, welches in freien Spitzen der Papillen in den Kronen hervortritt ist hier zu innerlicher Germination zurückgehalten, damit es in den innern Zellenreihen oder Strängen von Mutterzellen des Pollens zur Produktion von Wurzelzellchen im Embryozustand diene. In den Kronen mit aufsitzenden

Antheren sind beide entgegengesetzte Zustände von Wurzelhaar oder Wurzelfädchen und von Wurzelzellchen im Embryozustand als Pollen noch unmittelbar beisammen in einem Gebilde, *ähnlich wie* in den Flechtenapothecien oder in den Lebermoosfrüchten, wo unmittelbar neben den die Sporen producirenden Zellenreihen (Sporangien) auch noch die Wurzelfäden als sogen. Paraphysen oder Schleuderer aus dem Axengebilde frei werden. So wie aber in der Umkehrung der Gegenpole von der Peripherie her nicht nur im Blüthenreceptakel überhaupt, sondern auch bei jedem einzelnen Gebilde über dem Receptakel, da alle den receptakelartigen Charakter annehmen, der Reproduktions- und Wiederverkörperungstrieb, welcher als Erhaltungstrieb in der Regermination der Reife nachfolgt, auch eine Reaction gegen die centrale Reife ist und fortschreitend gegen das Centrum mächtiger sich zeigt, so erscheinen die Axen der *innern* Staubgefässe nicht mehr petaloidisch expandirt.

Ueber die Natur und Wesenheit des Staubgefässes, über dessen Bau und Entstehung sind schon viele *irrige* Ansichten und Lehren verbreitet worden. Die gewöhnlichste Ansicht, welche von Decandolle ausgeführt und verfochten wurde, ist zugleich die von der Wahrheit entfernteste. Nach dieser soll sich die Anthere aus einem Blatt bilden, dessen Ränder sich einwärts rollen und auf jeder Seite der Mittelrippe des Blattes ein Antherenfach mit dessen vorderem und hinterem Loculamente bilden, worin der Pollen erzeugt werde. Goethe und Andere erklären es als eine Umwandlung des Petalum durch Contraction und innere Entwicklung zu Pollen. Auch Schleiden (Grundzüge II. S. 285) hält den Staubfaden für ein unzweifelhaftes reines *Blattorgan*. Nach

ihm besteht der phanerogame Typus des Staubgefässes wesentlich darin, dass ein *flaches Blatt* sich so ausbildet, dass seine Mittelrippe zum Mittelband, sein Rand zur Längsfurche wird, sein Parenchym an beiden Seiten des Mittelbandes anschwillt, in welchem dann durch Bildung der endlich lose liegenden Pollenkörner an jeder Seite ein oder gewöhnlich zwei Antherenfächer gebildet werden.

Desgleichen vertheidigt Mohl (s. dess. vermischt. Schriften S. 40 ff.) die *Blattnatur* des Staubgefässes. Endlicher hält mit Agardh das Staubgefäss für ein Axengebilde. Allein beiden erschien es als ein Zweiglein oder Ast, auf dessen Axe an der Spitze *zwei* opponirte *Blätter* entstünden, die ihre *Blatthälften einrollen,* um die vier Antherenloculamente zu bilden. Dass sich aus entwickelten expandirten Blattgebilden durch Einrollung die Antherenloculamente bilden, ist eine Vorstellung, welche dem *Wesen* der vegetativen Hüllenbildung durchaus widerspricht. Ueberall wirkt in der Entstehung der Hüllen die Expansion centrifugal, während die Bindung centripetal der innern Reife entgegengesetzt ist. Was nun einmal in dieser Richtung der Reife entwickelt, aufgebrochen und expandirt ist, kann nicht mehr die Kraft erlangen, sich zu erneuter innerlicher Produktion in sich zurückzuschliessen. Es findet keine Verjüngung und Reproduktion in denselben der Reife und Expansion anheimgefallenen Gebilden statt wie im Animalischen, wo Systole und Diastole in jedem Gebilde zusammenwirken. Die Antheren entstehen eben so wenig durch Verschliesung oder Einrollung von entfalteten Blättchen als die Sporangien der Gonatopteriden und Filicinen, wie wir bei diesen näher erörtern werden.

Aber eben so unrichtig ist die andere Ansicht, nach welcher das Staubgefäss ein Blattgebilde wäre, in dem bei Anschwellung der beiden Blatthälften die Loculamente durch Aushöhlung im Blattparenchym der obern oder untern Fläche oder beider entstünden. Aus ursprünglichem Blattwesen, aus dem flachen expandirten wahrhaften *Blatte* (wozu weder das Staubgefäss noch Carpell gehört) kann weder innerlich noch äusserlich am Blattrand *) eine solche Produktion hervorgehen.

Doch hier kann nicht die Absicht sein, nachdem wir die drei bisherigen Grundansichten über den Bau des Staubgefässes angeführt, von denen wir *keiner beistimmen* können, weder diese noch die daraus abgeleiteten modificirten Vorstellungen Anderer *ausführlich* zu widerlegen, da hiezu eine eigene Abhandlung erforderlich wäre. Indem wir in der Darstellung unserer Lehre fortfahren und dabei nur mitunter einige Gegenbemerkungen einfliessen

*) Man hat die Antheren und Samenknospen irrig als Knospen am Blattrande angesehen und mit einer Erscheinung bei Bryophyllum Calycinum erklären wollen, indem hier Knospen aus den Kerben des Blattrandes entspringen. Allein diese haben nicht einen solchen Entstehungsgrund, da dieses Blatt nicht höchste Entwicklung und Reife hat und somit mehr Axengebilde als Blattorgan ist. Diese Pflanze gehört bekanntlich in die Ordnung der sogen. Succulenten (der Semperviveen, auch Crassulaceen genannt), bei denen das durch alle Theile ausgebreitete *seminale* Wesen auch da und dort wie z. B. im fleischigen Blatte zu einer Fülle der Samensubstanz führt, die ihm die Fähigkeit gibt, Wurzeln zu schlagen und als selbstständiges Individuum ähnlich wie ein Blatt der Akotyledonen sich zu entwickeln. Die leichteste Fortpflanzung durch Ablegerweise herrscht überhaupt in diesem Kreise. Die ganze Substanz ist so sehr vom seminalen Wesen durchdrungen, dass im Blatte des Gewächses Wurzelpunkte enstehen können und die Pflanze durch einzelne

lassen werden, die wir zum Theil mit weitern Belegen bei den *Isoëteen* unterstützen werden, so bemerken wir vor Allem, dass die Entstehung der Antherenloculamente einige Annalogie und Verwandtschaft mit der Enstehung der Samenknospen aus den Carpellen enthält. Diese aber sind, wie wir unten und auch bei den Cycadeen nachweisen werden, wo sowohl die Antherenloculamente als die Samenknospen aus blattartig expandirten Axenorganen hervorgehen, *ursprünglich Axenorgane*, welche durch das Uebermaas der auf dieser Höhe herrschenden Reife und Expansion in *Blattgebilde* phyllodienähnlich übergeführt sind.

Vor Allem muss man daher, um die Verhältnisse der Vegetation *über* dem Receptakel richtig zu verstehen und zu beurtheilen, die Wahrheit festhalten, dass die Pistille und Carpelle sowohl, als die Staubgefässe ursprünglich in Reife stehende *Axenorgane* sind, aber keine Blätter, obgleich sie, wie oft das Receptakel selbst, durch die in ihnen herrschende Expansion zu blattartiger Erscheinung übergehen. Denn, da sie vom

---

Blätter vermehrt werden kann, wie bei Sempervivum u. a. bekannt ist. So ist diese Knospenerscheinung im besondern Lebenscharakter der Ordnung der Succulenten begründet, woraus sie zur besondern individuell hervortretenden Erscheinung in Bryophyllum wie auch bei Sempervivum in Fortpflanzungsknospen (propagines) der Blattwinkel sich hervorgebildet hat. Es ist somit keine allgemeine Erscheinung, aus der man ein allgemeines Gesetz herleiten könnte. Zwar finden sich auch vereinzelte abnorme Erscheinungen, bei denen aus dem Blattrande von Petalen Eierchen hervorsprossen wie z. B. aus den Blatträndern von unregelmässig gebildeten Blumenblättern von Nigella damascena (s. Mohl vermischt. bot. Schrift. S. 41). Allein diese geben einen weitern Beleg zum Beweise, dass selbt die Petalen ursprünglich der Staubgefässaxenbildung angehören, indem auch diese oft bei Missbildung in einzelne Samenknospen tragende Carpelle ausarten.

Blüthenreceptakel stammen, so müssen sie eben so, wie die gemeinen Zweiglein den Charakter des Axengebildes annehmen, aus dem sie entspringen, und darum auch receptakelartig erscheinen. Da aber das Receptakel *ursprünglich ein Axenorgan* ist, dessen Axennatur durch die in ihm herrschende Reife und Expansion in die *blattartige* Bildung übergeht und darin insbesondere die Spitze und die Centralität, also das Aufsprossen, so sehr gebrochen und erschöpft ist, dass nur noch ein *erschöpftes theilweises Aufsprossen* in peripherischer Produktion des Staubgefässkranzes möglich ist, so stimmt in dieser Wesenheit sowohl die Natur der Staubgefässe als die der Pistille mit dem Blüthenreceptakel völlig überein. Wie im Blüthenreceptakel die Gegensätze von centraler Entäusserung und Reife und peripherischer Regermination einander durchdringen und zusammenwirken, so geschieht dasselbe bei jedem Axenorgan über dem Receptakel. Alle diese Gebilde stehen in der Schwebe und Durchdringung beider höchsten Gegensätze der centralen und terminalen Entäusserung, Erschöpfung und Expansion einerseits, so wie peripherischer Regermination und erneuter Produktion andererseits. Denselben Charakter, den das ganze Pistill hat, da es ursprünglich ein *Axenorgan* ist, das sich im Fortschritt zur Fruchtreife mehr oder weniger im Charakter des Blattwesens von innen heraus dehnt und ausbildet, hat auch jeder Theil desselben (Carpell), in den es sich entwickelt. Dazu kommt aber, dass, wie wir unten weiter nachweisen werden, die *Carpelle*, so wie die Staubgefässe selbst nur Theile der Gesammtaxe des Staubgefässkranzes sind, *ursprünglich keine selbstständig erscheinende Gebilde* ausmachen, sondern nur *Theilaxen*, die aus der ur-

sprünglichen centralen Einheit und Einfachheit der Axe (Pistill genannt) durch Entwicklung von innen heraus in solche Stücke des Pistills (Partikularpistille) in dem Fortschritte zur Fruchtbildung, entstanden. Diese Theile der Hauptaxe machen da, wo das Pistill als ein Verein von solchen Carpellen erscheint, als Particularaxen die Gesammtaxe aus. Die Frucht entsteht *nicht durch Zusammensetzung und Verwachsung von Carpellen* zur Einheit des Ganzen, wie gewöhnlich gelehrt wird, sondern geht aus der ursprünglichen *Axeneinheit* im Pistill zur Entwicklung in die Partikularaxen der Carpelle fort, so dass diese eine *secundäre* Erscheinung sind. So sehen wir auch hier wie überall in der Vegetation Axenorgane in blattartige Entwicklung und Expansion übergehen. Wo wird aber das Gegentheil gefunden, dass ein entwickeltes wahrhaft expandirtes Blatt sich in ein Axengebilde metamorphosirt oder aus sich, wie zumalen aus den Rändern, was man von den Carpellen behaupten will, ein knospiges Organ oder sogar einen Zweigansatz producirt?!

Obgleich der Staubgefässkranz und das Pistill ursprünglich Axen sind, die in die Blattartigkeit und zwar in ihren einzelnen Theilen (Staubgefäss und Carpell), im Ansatze zum Typus der allgemeinen Blattreife oder der Fiederschnittigkeit des Fruchtblattes der Farne*) übergeführt werden, so unterscheiden sich doch beide wesentlich darin, dass in der Axe sowohl des Staubgefässkranzes als des ein-

*) Dass die fiederschnittigen Blätter oder Wedel der Farne auch *ursprünglich Zweiglein* oder *Seitenaxen* sind, wird aus der unten dargestellten Metamorphose derselben hervorgehen.

zelnen Staubgefässes die höchste Erschöpfung aus Reife, dagegen in dem Pistill die Regermination, Wiederverjüngung und erneute Produktion herrscht. Obgleich daher in der Produktion der Samenknospen der Typus im Sprossen zur Fiederschnittigkeit der einzelnen blattartig erscheinenden Theile oder Carpelle erreicht wird, so bleibt das Staubgefäss im Zustande der receptakelartigen Axe mit *erschöpfter* Spitze zurück, deren Sprossen und Keimfülle abgestorben ist, so dass nur noch eine schwache Produktion *unterhalb* derselben erscheinen kann wie im Sporokarp der Equisetaceen. Doch hat dieses Sporokarp unterhalb seiner expandirten Spitze noch eine reichere Produktion als das Staubgefäss, indem auf seinem Umfange noch 6 bis 7 Sporangien in quirliger Stellung hervorgehen, bei dem Staubgefäss meist nur vier Loculamente, ja zuweilen nur zwei.

Dennoch kann sich das Sporokarp der Equisetaceen eben so wenig als die Anthere der Phanerogamen, obwohl die Anlage zum zusammengesetzten Gebilde vorhanden ist, aus sich selbst zur Fiederschnittigkeit erheben, weil das Sprossen aus der Spitze durch die Reife erschöpft ist, wie schon dessen zur Scheibe wie in der Mooscolumella expandirte Spitze beweisst, da sie in dieser Expansion dem expandirten Connectiv der Anthere entspricht, obwohl jene Expansion bei grösserer Stärke der Axe stärker ist und darum auch die horizontale Richtung erlangt, während das Connectiv diese horizontale Blattartigkeit, die dem wahren Blattwesen eigen ist, selten erlangt. Das Sprossen zur Fiederschnittigkeit kann im Sporokarp der Equisetaceen in folgender Gradation erst durch erneute Grundlage reichlicherer Produktion geschehen, dergleichen Erscheinungen man in den über den Equi-

setaceen stehenden höhern Familien der Ophioglosseen, Marattiaceen u. s. w. wahrnimmt, wo statt des Equisetaceensporokarps ein fiederschnittiges Sporophyll erscheint, in ähnlicher Weise wie erst im Uebergange aus der erschöpften Produktion des Filaments im Carpell die reihenweise im Typus der Fiederschnittigkeit stehende Produktion der Saamenknospen erfolgt. In den Staubgefässen selbst kommt die Erhebung zur wahren Fiederschnittigkeit nie vor, obwohl der Anfang dieser Ausprägung hier und da in der Stellung und Trennung der hintern und vordern Loculamente durch ein breites Stück Zellgewebe (ohne dass dieses die Scheidewand des Connectivs ist) eintritt.

Auch in den *Petalen*, die aus Staubgefässen entstanden sind, kommt die Ausprägung des Fiederschnittigen bei der Erschöpfung ihrer Axenbildung und Erhebung selten vor, wie z. B. bei den Blumenblättchen in halbgefüllten Blüthen von Nigella damascena, bei welchen nach Mohl (vermischt. bot. Schrift. S. 43) „an der Stelle der äussern Staubfadenkreise bläulich- oder graulichweisse Blätter stehen, die einen langen dem Filament entsprechenden Nagel und eine fiedriggespaltene Lamina besitzen.“ Dahin können darum auch die Petalen mit fiederschnittig zerrissenem Rande der Lamina bei Dianthus u. a. gerechnet werden.

Die Zwei- oder Vierzahl der Loculamente scheint zwar für die blattartige Natur des Staubgefässes zu sprechen. Allein es mag diese von der anfänglichen Regung des Axengebildes zum Uebergang in die Blattartigkeit, nicht aber von einem Rückgang aus der blattartigen Expansion kommen. Die Vierzahl spricht aber schon darum nicht für die Herleitung aus dem Blatte, weil sie in der Anthere auch in Gebilden vorkommt, die nicht mit blattartiger Beschaffen-

heit im Zusammenhang stehen können, wie z. B. in den vier in einer Mutterzelle eingeschlossenen Specialmutterzellen oder den vier Pollenkörnern in jeder. Dieser Erscheinung liegt somit ein allgemeines Gesetz (die Fiederschnittigkeit) zu Grunde, wie der Fünfzahl der Petalen und der Sechszahl der Perigonsblättchen, wovon unten weiter gehandelt werden wird. Die blattartige Expansion ist überdiess nur sehr gering und besteht allein darin, dass das Connectiv oder der obere Theil des Filaments, auf dem die Loculamente sich hervordehnen, nur wenig in die Breite gezogen ist, so dass die beiden seitlichen Suturen oder Rillen zwischen dem vordern und hintern Loculament als die eigentlichen Ränder erscheinen. Anstatt aber das Material und die Keimfülle in Blattexpansion und Bildung von zwei Blatthälften mit wahrem Blattparenchym zur Entäusserung hinauszulassen, hält es die Vegetation vielmehr auf der obern und untern Fläche des Connectivs zurück, wo es durch innere Zerlegung und Ramification in 4 Loculamente übergeführt wird. Diese kommen daher ursprünglich wirtelig vor. Denn da das Sprossen der Axe erschöpft ist, so kann sie nicht ein Paar dieser Loculamente *über* das andere erheben, wie es im fiederschnittigen Wedel durch Sprossen der Fall ist. Hier und da kommt es der Stellung im Typus der Fiederschnittigkeit schon näher, indem das eine Loculamentenpaar höher als das andere erscheint. Die hintern zeigen sich damit von den vordern mehr selbstständig, so dass sie verschoben werden können, was bekanntlich überall bei den Missbildungen vorkommt, bei welchen Staubgefässe in Carpelle übergehen, so dass sogar aus der Umwandlung der hintern Loculamente der Griffel und die

Narbe des Carpells hervorgehen (s. Mohl vermischt. bot. Schrift. S. 43), während die vorderen in die Placenta verschwinden, somit beide eine Stellung gegen einander wie im fiederschnittigen Wedel mit vier Fiederstücken erlangen. Wie wäre aber dieses möglich, wenn das vordere der obern das hintere der untern Fläche der Blatthälfte oder das vordere der Basis das hintere dem Rand der Blatthälfte angehören würde! In der ganzen Vegetation kommt kein Fall vor, dass die untere Blattfläche mit ihrem Parenchym sich selbstständig von der obern trenne und für sich ein besonderes Blattgebilde, wie hier der Fall wäre, darstellen würde!! Desgleichen wäre es, gesetzt auch, dass das hintere Loculament dem Blattrande, das vordere der dem Mittelnerv nahen Basis der Blatthälfte entsprechen würde, ein in der Botanik unerhörter Fall, dass ein Viertel des Blattes rechts und links sich vom übrigen Theil des Blattgebildes selbstständig abscheide!! Dass die Staubgefässe Axenorgane sind, kann sogar auch die Umwandlung derselben in Carpelle bei Missbildungen beweisen. Denn Axengebilde können nicht aus Blättern, sondern aus Axen hervorgehen. Zwar wird auch die Axennatur des Carpells von vielen Botanikern, wie z. B. von Mohl (s. dess. vermischt. bot Schriften. S. 40 ff.) bestritten, nach welchem das Carpell ein Blatt sei. Allein wir wollen uns von dem *Αὐτὸς ἔφα* des blinden Autoritätsglaubens nicht irre führen lassen und werden im Verlauf dieser Untersuchung auch *diesem Gebilde,* und selbst auch den aus ihm hervorgehenden Produkten, *den sogen. Samenknospen oder Eilein*, den Charakter *ursprünglicher Axenartigkeit*, so weit es im Umfange dieser Abhandlung geschehen kann, vindiciren.

Die Staubgefässe sind jedoch keine Axengebilde im Entäusserungszustande durch äussere Germination und Hingebung an die äussere Abhängigkeit in Blattexpansion oder in erneuter Vermehrung, in Sprossen und üppigem Wachsthum wie die Zweige der Vermehrungsgeschichte *unter* der Receptakelerscheinung im zweiten Lebensabschnitte der Pflanzen, sondern sie haben die Natur des *Receptakels*, also den Zustand der Reife, die Erschöpfung der Vermehrungsgeschichte und des Sprossens. Wie daher im Receptakel das Sprossen der Hauptaxe im Centrum erschöpft und die Spitze keimlos geworden ist und expandirt erscheint, dagegen auf der Peripherie die erneute Germination und zugleich der Erhaltungstrieb der Bindung herrscht, so dass nur auf dem Receptakelumfang noch ein, obwohl erschöptes Aufsprossen, ein Aufbruch und zugleich eine Ramification des peripherischen Receptakeltheils in den Staubgefässkranz möglich ist, so wiederholt sich dieselbe Lebensgeschichte mit demselben allgemeinen Erscheinungscharakter beim einzelnen Staubgefäss und dem ganzen Staubgefässkreis. Die keimlose Spitze ist wie das Receptakelcentrum als Connectiv in Reife etwas wenig expandirt, also das Fortsprossen wie in der Narbe des Pistills dadurch in Reife gebrochen. Es traten aber im Charakter der schon innerlich, obwohl hier noch nicht ganz central erscheinenden Reife und Expansion Ausbrüche des Materials auf der Peripherie des Connectivs von innen heraus kommend auf und zwar an vier Punkten quirlig im Typus der *erschöpften Fiederschnittigkeit*, welche, da sie durch die in der Peripherie reagirende Bindung beschränkt werden, ihre Wirkung nicht bis zur wirklichen Blattexpansion steigern können. So entstehen

dadurch Hüllen (Antherenloculamente), die, wie ihr Umfang (Valveln) nicht zu äusserer Germination in Blattexpansion und Parenchymbildung gelangen kann, auch den Inhalt zu *innerer* Germination für die Fortpflanzung und den Embryozustand zurückhalten. Dieser Inhalt entsteht aber auf dieselbe Weise wie der Inhalt des Receptakels als Staubgefässkranz entsteht, durch Aufbruch aus der Peripherie und durch Theilung und Ramification mit schwachem Sprossen auf dem Umfange, indem für jedes Antherenloculament eine, seltener zwei Zellenreihen als Mutterzellen des Pollens sich aus der Axe ausscheiden. Die Loculamente sind nicht nur ohne Erhebung quirlig gestellt, also in gesunkenem Zustande, sondern auch in der *geringeren Zahl* der Fiederschnittigkeit, in *Vierzahl* ja nicht selten sogar im Minimum, in der *Zweizahl* vorhanden. Da *in* jedem Loculament ein, selten zwei Stränge oder Reihen von Mutterzellen des Pollens auftreten, so hat auch die Hauptaxe dieselbe Zerlegung in vier seitliche Triebe. Ja in der Reihe der Mutterzellen wiederholt sich dieselbe Zerlegung, da der Inhalt der Mutterzellen in vier Portionen zerfällt, die sich mit vier Zellenmembranen umkleiden und nach Naegeli zu den vier Specialmutterzellen werden, wovon jede ein Pollenkorn producirt. So wiederholt sich der äussere Typus auch in innerlicher Germination.

Stellt man sich vor, dass anstatt der Reife und Erschöpfung in dem Kreise der Staubgefässe die Ueberreife, somit die Regermination, erneute Ernährung und wiedervermehrte Produktion einkehrt, so müssen daraus Axen hervorgehen, in denen sich die Gegensätze von höchster Reife und Wiederverjüngung, von innerlicher Entkörperung und periphe-

rischer Reproduktion durchdringen. Diese Wesenheit liegt nicht nur im Carpell, sondern auch im ganzen Pistill und jedem Theile desselben wie vor Allem in der Samenknospenerscheinung. Zwar findet in der normalen Erscheinung *kein* solcher Fortschritt aus den peripherischen Axen (Staubgefässen) in den centralen Verein von Axen, welche in ihrer *Einheit* das Pistill und die Frucht constituiren, Statt. Denn das *wahre* Pistill erscheint als eine erneute Germination aus dem Centrum des Receptakels im Charakter von Axeneinheit. Auch scheint zu einer solchen Vorstellung einer Metamorphose der Centralaxe aus den peripherischen Partikularaxen kaum der Vorgang bei Missbildungen in Umwandlung von Staubgefässen zu Carpellen zu berechtigen. Denn bei den Missbildungen selbst kann jede peripherische Axe als Staubgefäss nur zum einzelnen Carpell umgewandelt werden, nicht aber zu einem Gesammtverein als Pistill. Eine solche Vorstellung, in der die centrale Hauptaxe aus der Germination, Concentration und Verwachsung der peripherischen Axen also aus einer Zusammensetzung von Carpellen oder Particularaxen hervorgehe, ist, obgleich sie in der bisherigen Botanik ganz allgemein war, *irrig*. Eine solche äussere Zusammensetzung ist nur scheinbar und kommt selbst nicht in der pistillartigen Produktion des gemeinen Axengebildes vor. Die ursprüngliche *Einheit und Einfachheit* des Pistills als Axe beweist auch dessen erstes, obwohl noch rudimentäres, Erscheinen in der Mooscolumella u. dergl.

Allerdings kann die Gesammtheit der Staubgefässe, in der *Einheit* vorgestellt, welche sie auch oft wirklich hat theils an der Basis durch den gemeinsamen Staubgefässträger (androphorum, auch Walze,

cylindrus, genannt) wie z. B. bei den Meliaceen oder durch die corolla monopetala oder die Monadelphie theils an der Spitze wie in der Synantherie, der Einheit und ursprünglichen Einfachheit der Pistillaraxe mit ihren Theilen als Carpellen entsprechen, so dass die Gesammtheit der Staubgefässe als *ein* vorzugsweise peripherisches, die Gesammtheit der Carpelle als *ein* centrales Axengebilde erscheint. Auch sind beide, oder, wo mehrere Staubgefässkränze und mehrere Pistille in mehreren Kränzen von Carpellen wie bei Polypetalen vorhanden sind, alle diese Axenstücke, sowohl die peripherischen als die centralen mit einander sehr nahe verwandt.

Allein ungeachtet der nahen Verwandtschaft der peripherischen Staubgefässkreise und der centralen Axen (Pistille) findet dennoch ein so grosser Unterschied und eigenthümlicher Gegensatz zwischen beiden statt als zwischen den *Markcylindern* (Markkegelmänteln) und den concentrischen *Gefässbündelkreisen* des Stammes, denen diese Axen über dem Receptakel entsprechen. Denn da in diesen jene innerlichen Erscheinungen äusserlich für sich frei hervortreten, so haben diese auch die allgemeine Natur und Wesenheit jener, somit auch unter sich einen *entgegengesetzten* Charakter wie jene. Auch hierin ist eine Umkehrung und Kreuzung der sich durchdringenden Gegentriebe wahrzunehmen, indem das im Stamme meist zu innerst herrschende Markwesen nach dem Umfang hervordringt und in den Staubgefässen als *Markaxen* für sich frei erscheint, dagegen das Sprossen aus den Gefässbündeln sich inniger zur Centralität gegen den Griffel des Pistills hin zusammenzieht. Doch sehen wir auch schon innerhalb der gemeinen Axengebilde (Stämme) wie

das Markwesen in den Markstrahlen gegen den Umfang vom Centrum ausstrahlend vordringt und in stetigem Uebergang von Rinde, Epidermis und den äusseren appendiculären Organen steht. Denn das Mark stammt ursprünglich von aussen. Die niedersten Pflanzenordnungen der ersten Klasse, worin das Wurzelwesen und die Aeusserlichkeit herrschend ist, bestehen nur aus Markpflanzen wie ganz besonders die Pilze und Schwämme. Selbst in den Moosen, wo der Stengel schon ein centrales Gefässbündel von langgestreckten Zellen enthält, schliesst dieses doch oft noch kein oder nur wenig Mark ein, sondern dieses liegt noch ausser jenem im Umfange. So ist das Mark nicht nur ursprünglich mit dem Wurzelwesen als der äussersten appendiculären Produktion fast indifferent, sondern erscheint auch im allgemeinen Charakter des *Wurzelwesens und der Aeusserlichkeit.* Dies ist aber eben sowohl der Zustand der Reife, die Zerrissenheit, Auflösung und Entleerung der Markzellen als das Streben zur Entäusserung im Hervortreten nach aussen vermittelst der Expansion durch die Reife. Aus diesem Reifezustand im Wurzelcharakter kommt auch die meistentheils schon ursprünglich vorhandene Zerlegung des über das Blüthenreceptakel hervortretenden Markcylinders in die Theilaxen, während das Pistill meistentheils seine *Einheit* bewahrt und meist erst in den *höhern* Kreisen der Dicotylen auch dieses Lebensmoment des ursprünglich vorhandenen Zerfallenseins zu Theilaxen oder Carpellen erlangt, so dass sie in der Einzelheit und Selbstständigkeit wie die Staubgefässe erscheinen.

Wenn aber das Markgebilde wieder aus dem Innern frei hervortritt, so nimmt es auch wieder die Neigung zur *Wurzelartigkeit* an wie man schon in

der Erscheinung der Kronenblätter wahrnimmt, die fast gänzlich als in Reife stehendes *Markgewebe* mit hervortretenden *Wurzelspitzen oder Papillen* erscheinen und ohne Chlorophyll sind oder solches doch nur im jugendlichen Knospenzustand haben. Doch kommt nun auch wieder die Bindung zu einem geregelten Gewebe hinzu. Desgleichen erscheinen die Zellenreihen in den Antherenloculamenten, die zu Mutterzellen des Pollens fortschreiten, Wurzelfäden ähnlich. Daher hat auch selbst die eigentliche Axe, der Träger oder das Filament mit Connectiv, den Bau des Kronenblattes mit Markcharakter in sehr zartem Zellgewebe. Zwar durchläuft beide als Axen ein einfaches Gefässbündel. Allein in diesem kommen oft nicht einmal Gefässe vor, sondern nur *Markgewebe*, ohne *eigentliches* Blattparenchym der gemeinen Blätter und *ohne Blattgrün* (Chlorophyll) in den Zellen, so dass sie auch *nicht für eigentliches Blattwesen* ausgegeben werden können, wie es bisher allgemein geschehen ist.

Erscheint nun der Staubgefässkranz als Ausbruch des innern Gehaltes von Wurzelwesen, das im Zustande von Mark in der allgemeinen Axe gebunden war und das, indem die peripherische Bindung beim Uebergang desselben zu dieser Aeusserlichkeit beschränkend entgegentritt, den *wahren* Charakter von Wurzelwesen mit Wurzelfunction, den es auch schon durch seine Innerlichkeit als Mark verloren hat, nicht mehr erlangen kann, sondern in den Embryozustand als Material für die Verstäubung übergeführt wird, so ist umgekehrt das Pistill kein solches Gebilde des einfachen Entäusserungszustandes aus dem innern Material. Denn wie der Staubgefässkranz als eine unmittelbare Fortsetzung des

innern Markmaterials nach aussen erscheint, gleichsam nur ein Aufbruch, ein letztes erschöpftes Sprossen des Receptakels auf seinem Umfange ist, das durch die höhere Reife bewirkt wird, welches man auch Ramification durch Theilung, wie überhaupt das Wurzelwesen auftritt, nennen könnte, so entsteht das Pistill schon durch das Wirken des höhern Lebensmomentes der Ueberreife oder Regermination des reifen Materials, ähnlich wie wir überhaupt schon die Entstehung und Bildung der Gefässe aus Reihen von *reifen* Zellen dargethan haben. Derselbe Gegensatz in der Erscheinungsweise beider Organe wiederholt sich auch in der Entstehung ihrer Theile wie insbesondere beim Pistill und den Carpellen die Entstehung der Samenknospen und in dem Staubgefäss die Ramification in die Zellgewebsstränge der Mutterzellen des Pollens zeigt. Hier herrscht in den einzelnen Theilen wie im Ganzen die *gegenseitige Durchdringung* der *höchsten Gegensätze* von Reife und Regermination vollständig, welche in den Staubgefässen durch die Einkehr der innerlichen Germination *erst beginnt.* Daher findet man in dem Pistill und der Frucht eben so sehr die peripherische Bindung, die erneute reichlichste Wiederernährung und Produktion, die Anhäufung des üppigsten Materials, den Entwicklungsprocess zu Gefässbündelchen und das erneute Sprossen in der Fiederschnittigkeit der Produktionsweise der Samenknospen, als andererseits die *höchste* innerliche Reife und Verzehrung. So hat das Ganze einen ähnlichen Charakter und Gegensatz zur Erscheinung der Staubgefässe, als das einzelne Gefäss zur Zellenreihe, aus der es hervorgeht. In den Antherenloculamenten werden solche Zellenreihen einzeln angelegt. Allein da in ihnen

noch nicht jene *höchsten* Gegensätze von centraler Entäusserung und Auflösung einerseits und von peripherischer Bindung und Verschmelzung andererseits herrschen, so können sie nicht zur Gefässerscheinung übergeführt werden, sondern da vielmehr die Gegensätze von Reife und innerer erneuter Germination sich nur in *geringerer* Regung als in der Gefässbildung durchdringen, so kann auch noch aus diesem abgemessen ineinander wirkenden Schaffen beider Gegentriebe, da sie *noch nicht* zum *Extrem* treiben, ein Inhalt als Pollinarkeime hervorgehen. Denn wie hier zwar schon auf der Peripherie der einzelnen Gebilde wie z. B. in den Mutterzellen des Pollens oder in der äussern Pollenhaut (äussere Sporodermis) die Bindung herrscht, so tritt doch hier zugleich auch die gleichgrosse Durchdringung durch das Gegentheil auf, wie die endliche Auflösung und Resorption der Mutterzellen und das schnelle Aufbrechen der Pollenhaut bei der Keimung des Pollenkorns beweist. Darum herrscht auch im Innern der Mutterzellen und Pollenschläuche eben so sehr die Kraft der Erhaltung als die der Entäusserung. Allein wie beim Gefässe auf der Peripherie höchste Bindung herrscht, die keine Auftrennung zulässt, so herrscht in dessen Innerem die Auflösung, die keinen Gehalt bestehen lässt, so dass es Luft führt. Aehnlich ist die Erscheinung des Pistills im Gegensatze der Staubgefässerscheinung. Daher hat auch es keinen eigenen Inhalt, da ihm dieser nur von aussen durch die Germination der Pollenschläuche in ihm zukommen muss. Ursprünglich herrscht aber in seinem Innern ein solcher Grad von Reife, Auflösung nnd Expansion, dass es nicht nur sein Inneres aushöhlt und seine Theile zu blattartigen Gebilden (Carpellen) expandirt

sondern auch nicht einmal Mark als Inhalt bestehen lässt. Wo sich solches noch erhalten kann, da erscheint es in nur schwachen Spuren wie z. B. in den sogen. Mittelsäulchen vieler Kapseln und in den spinngewebartigen Queer- und Längen-Scheidewänden wie z. B. bei den Schoten, Gliederhülsen u. s. w.; dergleichen auch innerhalb der Früchte der Rhizokarpen und Isoeteen sich finden.

Wie demnach die Staubgefässaxe (als Staubgefässkranz) vermöge der abgemessenen Schwebe und der gleichmässigen Durchdringung der Gegentriebe *vorzugsweise* im Vergleich mit dem Pistill den Charakter und die reife Natur der Receptakelartigkeit hat, so ist auch ihre Entstehung in diesem Charakter begründet, so dass sie darum fast nur wie ein Ausbruch, eine Ramification des Receptakels erscheint. Wie dagegen die Pistillarerscheinung mit ihrer erneuten Germination und dem erwachten Wiederverkörperungs-, Ernährungs- und Vermehrungstrieb schon wieder in den Kreis der niedern Lebensabschnitte und des gemeinen grünenden Axengebildes zurücksinkt, so hat es die höchsten Gegensätze, die im ersten und zweiten Lebensabschnitte oder in Verkörperung und Entkörperung wieder mehr auseinander liegen und gegeneinander kämpfen, was sich am Klärsten in der innerlichen Entäusserung und Aushöhlung des Stammes (Markkanal) und in der endlichen Erschöpfung desselben in der durch innerliche Germination entstandenen übermässigen Produktion von Zweigknospen und deren Entwicklung zu Zweigen ausspricht.

Da ferner die Zweig- oder Axenbildung *über* dem Receptakel eine lebendige Fortpflanzungsgeschichte oder eine Wiederherstellung des Axenwesens ist, die auf seinen Untergang folgt, so muss

auch diese Wiederherstellung in verwandtem Charakter erscheinen, den die Entstehung des Herzustellenden hat. Wie nun die Entstehungsweise der Zweige aus der allgemeinen Axe (Stamm, Stengel) eine *zweifache* ist, so tritt auch diese *doppelte* Natur in der Entstehungsweise der Axen *über* dem Receptakel hervor. Die Zweige oder Seitenaxen entstehen nämlich entweder durch *Theilung und Ramification* in Seitenzweige, was vorzüglich in der Verästelung der Inflorescenz vorkommt, aber auch oft bei den niedern Zweigen wie z. B. bei den Palmen, Characeen, Equisetaceen, Moosen u. s. w.; oder die Zweige entstehen durch innerliche Germination im Ansetzen und Entwickeln von Zweigknospen. Jene Entstehung liegt vorzüglich im Uebergewicht des peripherischen Triebes, der gegen die Einheit im Sprossen gerichtet ist, da die Spitze der Hauptaxe gebrochen und die Theilung durch Reife bewirkt wird, so dass die Theile wie ablegerartig seitlich gezogen werden. Die Entstehung des *Pistills* geht aber wie die *Zweigknospen* nicht aus einer oberflächlichen Ausscheidung des innerlichen Materials sondern aus einem erneuten innerlichen Ansatze der Germination und aus verjüngter Produktion hervor.

Diese *wesentlichen* Unterschiede in der Entstehung und Erscheinungsweise, welche in der *eigenthümlichen* Natur beider entgegengesetzten Axengebilde gegründet sind, treten insbesondere auch in den anfänglich niedersten Produkten dieser Blüthenbildung in denselben Charakteren deutlich hervor. Da in den niedern Ordnungen der Akotylen noch *keine Gefässbündel* vorkommen, so können auch noch *keine Pistille und wahre Samenknospen* erscheinen, sondern nur Sporenbildung, die mit der Verstäubung nächst

verwandt ist. Diese Verstäubung (Sporenbildung) geht aber noch im Allgemeinen *unmittelbar* aus der *Hauptaxe* in der Receptakelerscheinung derselben als Frucht hervor. Hier ist das Wurzelwesen im Embryozustande gebunden, so dass die ganze Pflanze als Wurzel- und Markwesen erscheint. Darum ist die Hauptaxe auch Frucht, da sie Wurzel- und Markgebilde, woraus die Verstäubung hervorgehen kann, zugleich ist. Hier ist überdies diese Verstäubung noch nicht in besondern eigenthümlichen Hüllen wie bei den höhern Ordnungen z. B. den Gonatopteriden und Filicinen oder wie in den Antherenloculamenten der Phanerogamen eingeschlossen, sondern sie kann, da der *ganze* Thallus Wurzelwesen und Mark ist, aus der Allgemeinheit in jedem Concentrationspunkte des Marks hervorgehen, wie z. B. bei den Flechten und Pilzen. Denn die allgemeine Axe, ja selbst der Thallus wird zugleich Fruchthülle. Dennoch tritt nicht nur die Verstäubung schon in den *Gegensatz* zur *niedern* Thallusvegetation durch Erhebung auf eigener Axe (Podetium oder Gestell der Flechten und Seta der Moose), sondern da und dort strebt sie sogar im Sprossen zu eigenthümlichen Axen und eigenen Hüllen gleichsam in erster Regung zur Erhebung auf Filamenten aus der Spitze der allgemeinen Axe hervor, während diese selbst in *Reife*, wie die Axen überhaupt im Blüthenreceptakel, durch innerliche Expansion und Auftrennung dem Untergange nahe kommt. Solche Erscheinungen kommen vorzüglich bei den *Cladonieen* der Flechten und bei dem Uebergang der Moosfrucht in die der *Lycopodiaceen* vor. Insbesondere klar stellt Cladonia diesen Vorgang der Ramification des Blüthenreceptakels (Flechtenapotheciums) vor Augen. Das Innere der Hauptaxe und

der Gehalt verschwindet durch die centrale Reife und Expansion, so dass die Podetien oben hohl und leer becher-trichter-kreiselförmig und dergl. sind. Dagegen wird die Keimfülle zum Umfange hingedrängt. Und auch hier kann sie sich beim *Uebermaas* der Reife und Expansion selten am Rande selbst ansetzen und erhalten. Vielmehr erheben sich aus diesem Rande des expandirten Receptakels der Hauptaxe (Podetium) eigene Zweiglein (wie Filamente, die jedoch gleichfalls oft mehr oder weniger bandartig expandirt sind), auf deren Spitze sich die obwohl viel kleineren Apothecien als in der frühern Geschichte dieser Ordnung im ursprünglichen Receptakel, wie Blattsporangien, ja sogar öfters in der *Vierzahl* neben einander simultan wie Antherenloculamente, ansetzen. Zwar ist in diesen Axen nur eine einzige Markschichte wie in den niedern Phanerogamen, welche sich in die Blüthenträger verzweigt. Dennoch tritt hier auch da und dort jene höhere Regung der vermehrten Produktion hervor, die man bei vielen Dicotylen wahrnimmt, bei welchen, so wie die allgemeine Axe *mehrere* Markschichten als Markkegelmäntel hat, darum auch mehrere concentrische Staubgefässkränze aus dem Receptakel hervorsprossen. Ja wie die Röhre des Staubgefässträgers (androphorum) in vielen Fällen aus Erschöpfung der Produktion für sich allein *ohne* Staubgefässe auftritt oder ihr Rand nur schwache Läppchen als staminodia enthält, eben so kommt der Rand der Podetien auch oft leer und das ganze Gestell *unfruchtbar* vor.

Da der Staubgefässkranz seiner Natur und Wesenheit nach dem Charakter der Reife, Aeusserlichkeit und Wurzelartigkeit angehört, so hat dieses Axengebilde im Allgemeinen, wie gewöhnlich das

Wurzelwesen, schon im Ursprunge den Charakter der *wahren* Axenartigkeit meist verloren, da diese Gesammtaxe, anstatt im Charakter der *Einheit* wie alles Axengebilde zu erscheinen, vielmehr in sich zu Theilaxen oder Zweiglein als Saubgefässen durch das im Centrum dieser Gesammtaxe wie in der Centralität des Receptakels herrschende Reifeübermaas zerfallen ist. Diese Markaxe erscheint daher im Allgemeinen wie das Mark- und Wurzelwesen im Charakter der Vereinzelung in ihren Theilen, obgleich in dem simultanen Erscheinen und der geregelten Stellung noch die Gegenbeziehungen zu einem ursprünglich *einen* ungetheilten Ganzen, als welches sie wirklich auch bei den Monopetalen auftritt, sich kund gibt. Jede einzelne Partikularaxe steht in Kraft des Ganzen als selbstständige Axe. Nicht minder gibt sich auch in der innern Auflösung und Zerrissenheit wie z. B. in der Destruction und Resorption der Mutterzellen des Pollens der Charakter des Markwesens kund.

Allein wie das *Pistill* mit seiner erneuten innerlichen Germination und als verjüngter Axenansatz auch ein Gegentheil gegen die in Reife erscheinende Gesammtaxe des Staubgefässkreises ist, so erscheint es meist wie z. B. schon in der Mooscolumella in der Einheit und Ungetheiltheit und wird auf höheren Gradationen (nämlich in den Polypetalen) durch die in ihm einkehrende höhere Reife in Theilaxen, die als selbstständige Ganze für sich einzeln erscheinen (Carpelle), geschieden, woraus denn auch die nahe Verwandtschaft zwischen Carpellen und Staubgefässen hervorgeht, so das beide wie z. B. in Missbildungen in einander umgewandelt werden können. Zwar kommt auch in der corolla monopetala die

Einheit der Gesammtaxe der Staubgefässe wie im Pistill vor, so dass die Erscheinung dieser Blüthen bei den Dicotylen fast gleichen Schritt in der Einheit und Zerlegung in die Vielheit der Theile einhält. Dennoch herrscht bei den Monocotylen in der Staubgefässaxe die Theilung und in dem Pistill die Einheit vor.

Durch diese höhere Kraft der Einheit und Innerlichkeit und der erneuten Ernährung entstehen nicht nur im *Pistill* bei dessen Heranbildung im Innern Gefässbündelchen sondern es nähert sich dieses Gebilde dadurch mehr der vollständigen Axenbildung. Daher erscheint das Pistill auch da im Gewächsreich zuerst, wo die erste Axenbildung mit einem Gefässbündel beginnt, nämlich in der Ordnung der Laubmoose. Wie aber der Stamm derselben ein centrales Gefässbündel hat, das noch *ohne wahre Gefässe* nur aus langgestreckten Zellen besteht, so ist das Pistill, hier die Columella, auch noch *ohne Gefässbildung* und besteht wie alle anfänglichen Organe und jugendlichen Produkte nur aus Parenchym. Wie ferner dieses centrale Gefässbündel noch keinen solchen Markinhalt einschliesst, aus dem eine innere Produktion sich ansetzen könnte, also noch keine wahre Hauptaxe als Gefässbündelcylinder oder wahre Axenhülle mit innerm Gehalt ist, so ist auch die Mooscolumella noch kein *wahres* Pistill mit innerlicher Produktion von Samenknospen, obgleich die hier und da vorkommende innerliche Aushöhlung derselben die Herrschaft der Reife im Centrum kund gibt. Diese Aushöhlung entsteht hier noch nicht wie bei den wahren Pistillen dadurch, dass der innere Markgehalt in der Germination und Produktion von innern Organen wie nämlich in Ansetzung der axillaren

Zweigknospen bei dem gemeinen Axengebilde und der Samenknospen im Pistill verzehrt und verbraucht ist, sondern dadurch, dass überhaupt hier im Pistill noch kein innerer Gehalt producirt werden kann, so dass nur erst die schwache Hülle als rudimentärer Ansatz erscheint. Dennoch ist die Columella kein müssiges Gebilde sondern enthält den ersten Ansatz des Keimgebildes für die allmählig stufenweise Produktion der Fruchtaxen der Rhizokarpen durch die Metamorphose des Sporokarps der Equisetaceen hindurch.

Die Produktion der Pistille und Samenknospen ist nicht nur eine meist innerliche verjüngte in erneuter Germination und vermehrter Ernährung sondern muss als Axenansetzung auch axenartige Grundlage in *Gefässbündeln*, sogen. Samensträngen, haben. Diese muss daher, weil sie in den secundären oder Nebenaxen erscheinen soll, schon in der Hauptaxe vorausgehen. Diese Erscheinung tritt darum in den Equisetaceen auf, die die Samenknospen der Rhizokarpen vorbereiten. Zur Erscheinung der Samen gehören daher auch ähnliche obwohl dem Grad nach verschiedene Erfordernisse wie zur innerlichen Germination und Produktion von ruhenden Zweigknospen. Daher stimmen *beide* Gebilde in diesen Bedingnissen überein und erscheinen darum überall *zugleich* im Parallelismus. Wie daher zuerst im Gewächsreich und überhaupt einzig in dieser Klasse (mit Einschluss ihrer Spitze in den Cycadeen) bei der Familie der *Rhizokarpen* in der gemeinen Hauptaxe (Stengel) der Bau durch Gefässbündel und ein (obwohl sehr schwacher) Markgehalt mit Ansetzung innerlicher Produktion von wahren Zweigknospen durch innerliche Germination erscheint, so

kann auch hier zuerst eine Fruchtaxe als Pistill mit innerlicher Produktion von Samenknospen zu Stande kommen. Zwar kommt auch in den gemeinen Axen der *Equisetaceen*, die den Rhizokarpen unmittelbar vorausgehen, eine reiche Produktion von Gefässen vor. Allein die innerliche Reife, Auflösung und Entäusserung ist in den gemeinen Axen noch so sehr herrschend, dass sich innerlich kein Markgehalt oder doch nur äusserst wenig und kein organisches Gebilde durch innerliche Germination also auch keine Zweigknospe ansetzen kann. Die Zweiglein können hier nur erst peripherisch gleichsam nur wie Blätter ablegerartig hervorwachsen. Hier können daher auch in den Fruchtaxen (Sporokarpien) noch nicht die in erneuter vermehrter Produktion stehenden innern Samenknospen erscheinen. Dennoch kommt hier im Sporokarp, weil dieses der erste durch innerliche Germination entstehende Axenansatz des Gewächsreichs ist, schon der *Ansatz zur Samenknospenbildung* in der einsamen Spore mit ihrer Mutterzelle zu Stande. In allen auf die Rhizokarpen folgenden Familien der Gonatopteriden und in der ganzen Ordnung der Filicinen bis zu ihrer Spitze kommt keine *Hauptaxe* mehr mit Gefässbündeln als Hülle und mit Markgehalt und innerlicher Produktion von Zweigknospen vor und darum auch kein Pistill mit der *innerlichen* Germination und Produktion von Samenknospen, da diese als innere Zweiglein erscheinen wie die aus Axillarknospen hervorgehenden Zweige als äussere, beide aber die Entäusserung und den Verbrauch des innern Axengehaltes mit sich führen.

Ja selbst in den Cycadeen kommt, obgleich Samenknospen erscheinen, doch noch kein eigentliches Pistill mit *innerlicher* Germination und *innerlicher*

Produktion von Samenknospen vor. Zwar hat der Stamm einen Gefässcylinder und einen festen Holzkörper mit einer grossen eingeschlossenen Markmasse. Allein es kann *eben so wenig als in den Filicinen* eine *innere Germination und Produktion von* sog. *ruhenden Zweigknospen und Zweigen* erscheinen, so dass auch das Axengebilde als Pistill *noch nicht* diese *innerliche* Produktion von Samenknospen haben kann, sondern nur die peripherische am Rand der blattartig expandirten Fruchtaxe. Eine ähnliche Erscheinung von offenen, äusserlich erscheinenden Eilein und peripherischer Knospen- und Zweigentwicklung kommt auch bei den *Moosen*, *Coniferen* u. a. vor. Beide Erscheinungen haben auch verwandten Grund der Entstehung, wie wir später nachweisen werden, obgleich darum nicht beide Kreise wie bisher oft nach dem Vorgang von Richard geschehen ist, vereinigt oder neben einander gestellt werden dürfen, da sie in jeder andern Hinsicht verschieden sind.

In der Analogie mit dem Anfange der pistillartigen Erscheinung beim Untergange der Staubgefässe steht auch überall in unsern beiden Ordnungen der *Gonatopteriden* und *Filicinen* die Entstehung der centralen Hauptaxe durch *erneute innere Germination* aus den in *Reife* absterbenden Seitenaxen (Zweige, Wedel), die ihren Rest von Keimgehalt für die erneute Germination und verjüngte Produktion des centralen Axengebildes gleichsam opfern, da das wahre Axengebilde (Stengelkern der *Isoeteen*, Stammkern der *Polypodiaceen*) *nicht* aus dem Material der concentrirten Zweige durch Zusammensetzung entsteht, sondern eine verjüngte Produktion aus innerlicher Germination ist.

Allein die Produktion in erneuter Germination

kann nicht mehr beim *Pistill* auf dieselbe Weise wie die der Hauptaxe und Zweiglein in dem Vegetationskreise *unterhalb* des Receptakels oder im Kreise der Vermehrungsgeschichte in Entwicklung nach aussen gehen oder grünende Zweiglein entwickeln. Denn obwohl das Pistill ein in Regermination verjüngt erzeugtes Axengebilde ist, so steht es dennoch zugleich schon anfänglich in einem so hohen Reifegrad und solcher Erschöpfung, wie zumalen im Innern und auf der Spitze, dass auch die Produktion aus ihm nur im Zustande höchster Erschöpfung erscheinen kann.

Wie das Pistill daher im Ganzen nicht zur wahren vollen Natur der Axenartigkeit mit vermehrter Produktion in reichlichem Material, üppigem Fortwachsen und Sprossen gelangen kann wie die gemeinen Axengebilde, so erscheint es als Axengebilde, das schon anfänglich im Receptakelzustande steht, das Gepräge der Reife, Aushöhlung und Erschöpfung bis zur Keimlosigkeit im Innern enthält, so dass es nur knospenartiger Ansatz zur Wiederherstellung des centralen Axengebildes bleibt, da seine Zunahme und Ausbildung zum wahren Axengebilde durch das Uebermaas der in ihm herrschenden Reife beschränkt ist. Eben so kann darum auch die erschöpfte Produktion von Seitenzweiglein, die in ihm entsteht, nicht zur Ausbildung der Zweignatur bei Beschränkung der Produktion durch die Reife gelangen, sondern bleibt gleichfalls nur beim knospigen Ansatze dazu im Produkt von Samenschalen und Samen aus Erschöpfung stehen. Aus diesem Grunde ist die Produktion der Samenknospen meist auch eine *innerliche* wie aller ursprüngliche Ansatz von Zweigknospen. Hier *bleibt* sie aber auch *innerlich* ohne

in äusserlicher Entwicklung hervorzutreten. Denn da die Keimfülle fast erschöpft ist, so muss die Vegetation den letzten Rest, um ihn zu erhalten, dem Untergang durch *innerliche* Germination und Verbergung gegen die äussere Abhängigkeit entziehen. Darum hat das wahre, höhere Pistill statt der horizontalen Ausbreitung, welche im Blüthenreceptakel herrscht, eine so grosse Zusammenziehung gegen die Spitze, dass nur noch eine sehr kleine Oeffnung (Stigma) und ein enger Griffelkanal statt der breiten Mündung des Receptakels übrig ist, eine Erscheinung, die sich in den Theilen desselben, den Samenknospen (der Micropyle) wiederholt. Dieser ihrer receptakelartigen Natur zufolge springen im Allgemeinen die Früchte und insbesondere die Kapselchen (Sporenbehälter) der Lycopodiaceen, Ophioglosseen, Osmundaceen u. s. w. an und von der *Spitze* her auf, wo das Sprossen der Axe und der Zusammenhang des Gewebes *zuerst* in Reife gelöst ist, wie im *Blüthenreceptakel* überhaupt.

In dieser Uebereinstimmung des wahren in der ursprünglichen Einheit der Theile stehenden Pistills mit der Natur des Blüthenreceptakels erfolgt auch die merkwürdige Erscheinung, dass das Pistill auf der niedern Stufe des Gewächsreichs wie insbesondere bei den Akotylen (z. B. den Farnen) schon ursprünglich offen und reif erscheint und darum nur eine *äusserliche* Entwicklung und Produktion von Sporenbehältern (Samen), ja bei den Equisetaceen u. a. von Sporocarpien enthält. Hierin ist darum Pistill und Frucht den gemeinen Axengebilden in der Form ihrer Reife und somit auch den Staubgefässen und Receptakeln, so wie den Blättern, durch Offenheit noch sehr nahe verwandt. Ja durch das

in diesem Pistill wieder einkehrende erneute Sprossen und vermehrte Wachsthum, welches im Staubgefäss nur sehr schwach ist, entfernt es sich noch mehr von der Natur dieses und des Blüthenreceptakels und nähert sich der Erscheinung der gemeinen reifen Axengebilde, sinkt also auch in diesem Zustande der Aeusserlichkeit vorzugsweise in die Produktion und Erscheinungsweise der *niedern* Vegetation zurück, so dass die *äussere* Entwicklung und Reife *über* die *innere* Germination das Uebergewicht erlangt. In diesem Zustande findet man die Früchte als Fruchtblätter der *Farne, Isoëteen* u. s. w. ausgezeichnet.

Auf dieser Stufe, wo das Pistill mit seiner äussern Produktion auch der Erscheinungsweise der *niedern* Axengebilde insbesondere der *Staubgefässe* (hier Sporokarp) nahe steht, wird es daher *karpellartig*. Denn das Karpell ist schon ein *selbstständiges Pistill* und ursprünglich ein Axengebilde, das durch die höhere Reife in die blattartige Expansion überging, welche im höchsten Grade bei den Fruchtblättchen (offenen Karpellen) der Farne herrscht, die darum auch bei den niedern Familien derselben wie insbesondere den Ophioglosseen, Marattiaceen u. and. die *zweireihige Stellung* der Samen (Sporenbehälter) wie bei den *Karpellen* haben. Bei den vorausgehenden Kreisen wie insbesondere den Lycopodiaceen, Equisetaceen u. a. ist das Pistill nur ein einfach aufsprossendes Blüthenreceptakel, das darum als einfache *Spindel* erscheint, weil es von der höhern Reife noch nicht wie das Karpell und das Connectiv des Staubgefässes blattartig expandirt ist.

Darum sinken auch selbst noch bei den Phanerogamen sowohl die Staubgefässe bei gefüllten Blumen wie in der Erscheinung der Petalen überhaupt

als auch die Karpelle (obwohl letztere seltener, wie z. B. bei den gefüllten Kirschblüthen, wo an der Stelle der Drupa zwei Blättchen stehen) durch den höhern Reifegrad wie im Fruchtblatt der Farne in die volle blattartige Erscheinung zurück. Allein daraus folgt nichts weniger, als dass die Karpelle aus Blättchen durch sog. Einrollung entstehen, wie man sich diesen Vorgang gewöhnlich vorstellt, sondern vielmehr das Gegentheil, wonach nämlich diese Axenorgane (Karpelle) durch die *höhere* Reife in die blattartige Erscheinung *untergehen.* Denn ohnehin ist es schon eine allgemeine botanische Wahrnehmung, dass das Blatt vom Axenorgan und *nicht umgekehrt* dieses von jenem stammt.

Darum weicht das Pistill und die Frucht von der Erscheinungsweise des Blüthenreceptakels und des Filamentes darin ab, dass es zu noch höherer Reife als diese gelangt und damit mehr blattartig wird, da die Reife und Expansion nicht nur in der Spitze wie im horizontal ausgebreiteten Blüthenreceptakel und wie z. B. im Sporocarp der Equisetaceen eingreift, sondern bis zum Centrum und zur Basis eingedrungen ist und somit die vertikale und horizontale Expansion zugleich herrscht, wozu schon das *Connectiv* (Mittelband) des Staubgefässes den Anfang enthält. Ja, das Pistill nähert sich in *solchen* Karpellen den Petalen mehr als den Staubgefässen, da auch diese nicht nur die blattartige Expansion bis zur Basis aufgenommen haben, sondern auch gehaltlos sind, indem sie die Entäusserung in Reife und Entwicklung entleert hat Darum sind auch die offenen Fruchtblätter der Farne, die den Carpellen entsprechen, und die gemeinen Blätter derselben,

die gleichfalls höherer Abstammung sind, fast völlig gleichgebildet.

Obwohl die Karpellbildung, wie Umwandlungen der Staubgefässe in Karpelle zumalen bei Missbildungen kund geben, von der Expansion des Connectivs in den Suturen zwischen den vordern und hintern Antherenloculamenten ausgeht und das Karpell wie das Petalum, ein das ganze Staubgefäss in blattartige Form umwandelndes vergrössertes Connectiv ist, so dass die *wahre Receptakelartigkeit* mit *horizontaler* Ausbreitung der Spitze weder hier noch dort festgehalten werden kann und beide in diesem höhern Reihezustand blattartig und an und für sich gehaltlos sind, so tritt doch der Unterschied ein, dass das Petalum in diesem connectivartigen Zustande der innerlichen Gehaltlosigkeit stehen bleibt, obwohl sich die Regung zu erneuter Ernährung und Produktion in dessen Papillen kund gibt, in dem Karpell dagegen jenes wichtige Lebensmoment der *Ueberreife* einkehrt, welches, wie in Reaction gegen den Abschluss in Reife und Erschöpfung die schwachen letzten Produktionskräfte von Neuem sammelt und concentrirt, um, gleichsam wie in der bekannten Periodicität des Wachsthums der Pflanzen überhaupt geschieht oder fast ähnlich wie bei manchen Bäumen (z B. Populus fastigiata) im *zweiten Trieb* (sog. *Augusttrieb*) ein erneuter vermehrter Säftezudrang (Augustsaft) entsteht, der eine erneute Entfaltung der angesetzten Knospen bewirkt, um so den Zustand einer verjüngt sich ansetzenden und entwickelnden Produktion über den Abschluss in Reife hinaus herbeizuführen. Wie daher schon im *Blüthenreceptakel*, obwohl es ein reifes Axengebilde ist, Markcylinder als Androphoren mit Staubgefässen er-

scheinen und eine erneute Markproduktion einkehrt, wie wir vorzüglich in der Innenhaut der receptakelartigen Moosbüchse und in dem gelatinösen Zellgewebe in den Blüthenreceptakeln oder Früchten der Rhizokarpen wahrnehmen, ja wie die Sporenproduktion in den Sporenbehältern, welche gleichfalls wie die Antherenloculamente blüthenreceptakelartige Gebilde sind, eine dieser erneuten Markproduktion verwandte Erscheinung enthält, so hat das *Pistill* dasselbe Lebensmoment erneuter Ernährung und wieder vermehrter Produktion in Reaction gegen seinen Reifezustand in noch höherem Grande erlangt. Diess ist jene Reproduktion, welche einestheils das Material des ganzen Organs vermehrt, anderntheils die Samenknospenerscheinung und Samen herbeiführt und sich vorzüglich auch im Erscheinen von Papillen im Innern des Pistills und von Gefässbündeln der Samenstränge und Samenschalen kund gibt. Wie die Reife im Pistill noch über jene des Staubgefässes gestiegen ist, so hat auch diese Gegenwirkung zur Herbeiführung der Regermination und erneuter Produktion in verjüngter Erscheinung zugenommen.

Wie das Staubgefäss die vorbereitende Grundlage und Vorbildung des *Karpells* oder gleichsam der *Embryo* für die Entwicklung des Karpells ist, so steht auch dessen Spitze, *das Connectiv*, als ein erneuter Gipfelansatz, schon im Uebergang zum *karpellartigen* Typus. Daher geht bei *Umwandlungen* der Staubgefässe in Karpelle bei Missbildungen die Metamorphose zuerst von Vergrösserung des *Connectivs* aus, indem schon beim Staubgefäss in diesem Connectiv die Regermination und wieder vermehrte Produktion angesetzt ist, womit das Connectiv im Vergleich mit seinem eigentlichen Filament, obschon

es nur eine Fortsetzung hievon ist, *pistillartig* erscheint. Darum muss auch die Erscheinung der Antherenloculamente, wie die der Staubgefässe selbst auf dem Blüthenreceptakel peripherisch ist, auf der obern Peripherie des Filaments als eines Blüthenreceptakels rings herum im Kreise äusserlich *wirtelig* vorkommen, ähnlich wie die Sporensäckchen des Equisetaceensporokarps an dem Karpophorum, da sich derselbe Vorgang der simultanen Reproduktion auf der Spitze des Staubgefässes auf dieselbe Weise und Stellung wie im Blüthenreceptakel im Allgemeinen wiederholt. Da sich aber schon im Connectiv die Karpellartigkeit, also die Zweiseitigkeit der Gestaltung desselben im Uebergang zum vorherrschend *blattartigen* Typus des Karpells regt, so sollte, wenn diese Blattartigkeit so stark wäre wie im eigentlichen Karpell, so dass sie in die Gegensätze des Gebildes von Rand und Mittelrippe umschlüge, wie die Produktion der Samenknospen, eben so hier auch die Erscheinung der Antherenloculamente von den beiden Rändern des Connectivs ausgehen, und sich im *fiederschnittigen Typus* übereinander erheben. Dies kann aber hier noch nicht geschehen, da die *Erhebung* des Connectivs in karpellartiger Erscheinung selbst nur erst *sehr schwach* ist. Darum kommen beide Gegensätze der horizontalen im Kranze vorkommenden Erscheinung und der wieder aufsprossenden vertikalen Erhebung hier zusammen, so dass sie sich im Gleichmass durchdringen. Da die Vegetation weder dem einen noch dem andern dieser Gegentriebe vorzugsweise folgen kann, da sie hier in der *Mitte* zwischen receptakel- und karpellartiger Erscheinung steht, so ist daraus die *eigenthümliche Vierzahl* der Loculi und die *quirlige* Stellung der-

selben bei Erschöpfung des Erhebungstriebes statt der *fiederschnittigen* Erscheinungsweise klar, so wie nicht minder die innerliche Regermination und erneute Produktion der Fortpflanzungskeime, obwohl sie nur noch in geringerem Grade als im allgemeinen Blüthenreceptakel herrscht, als Anfang des Uebergangs in die innerliche Germination der Pistille (Karpelle), welche überhaupt dem Innern des Blüthenreceptakels eigen ist, da aus ihm die Reproduktion der Blüthen hervorgeht, daraus verständlich wird.

Als Anfang und Uebergang zur pistillartigen Erscheinung könnte das Connectiv auch mit einer Mooscolumella verglichen werden, wovon wir unten weiter handeln werden. Die Antherenloculamente erscheinen in *diesem* Gesichtspunkte wie die *Laubmooskapsel* im Vergleich mit der ihr vorausgehenden noch vorzugsweise dem Blattwesen und Zustand der Reife näher stehenden *Lebermoosfrucht* als eine aus höherer Reife und Expansion, als im allgemeinen Blüthenreceptakelumfange möglich ist, erfolgte, receptakelartig wie im Karpophorum der Equisetaceen erweiterte Spitze des Filamentes, welche in Reaction gegen das Reifeübermass wieder zur Hülle eingezogen worden ist und bei dieser Wiederverschliessung in die vier Kammern (Antherenloculi) als *Partikularreceptakelchen* in ihrem Innern abgetheilt wird, so dass es den *äussern Anschein* einer von den Rändern her einkehrenden Verschliessung und Verwachsung von vier quirligen Blättchen hat, obwohl diese Blättchen nie vorhanden sind und die Entstehung des Organs nur *scheinbar* eine *solche* Grundlage von Blättchen hat. Auf dieselbe Weise ist auch das Pistill und die Frucht eine ähnliche erneut aufsprossende *Wiederho-*

lung des centralen Theils (Hauptaxe) des allgemeinen *Blüthenreceptakels*, da statt der allzu weiten Oeffnung und der übermässigen Ausbreitung des Umfanges der blüthenreceptakelartigen Erscheinung in Reaction gegen diesen höhern Grad von Entäusserung und Reife die Einziehung des Randes zur Spitze als Griffel und Narbe erfolgt und somit gegen den Zustand der höchsten Expansion der Axenspitze und gegen die Aeusserlichkeit, worin das Leben an die *blattartige* Erscheinung grenzt (in die sie sogar bei Missbildungen übergeht), die Wiederverschliessung zur Wiederherstellung der Innerlichkeit als Hülle und damit auch die Abtheilung des Innern in Kammern erscheint. So enthält das Leben in diesen Vorgängen nicht nur die *höchsten Gegensätze* von Aeusserlichkeit und Innnerlichkeit, von Blattartigkeit und Expansion von innen heraus und von innerlicher Germination in axenartiger Verschlossenheit, sondern auch die *gegenseitige Durchdringung* dieser Extreme und die *Schwebe* zwischen denselben. Es wandert in Freiheit von der Axenartigkeit in den Zustand der Blattartigkeit und zurück in höhere Axenartigkeit und vereint diese Extreme in einem Lebensmoment. Daher kommt auch die so grosse Mannigfaltigkeit der Frucht, da sie bald mehr dem einen bald mehr dem andern Zustande angehört bald mehr die Schwebe hält, während die Anthere in dem genau abgemessenen *Mittelzustand allein* stehen kann und nicht die Freiheit erlangt, sich in extremen Zuständen zu bewegen, welche diese Wandelbarkeit herbeiführen.

Dies ist jedoch keineswegs in der irrigen Vorstellung zu verstehen, als wenn die Vegetation ein Lebensmoment um das andere der Reihe u. Folge nach stufenweise durch-

laufe, so dass sie zuerst im Zustande vorherrschender Reife und Blattartigkeit auch in äusserlicher Erscheinung vorkomme und daraus allmählig zur innern Germination und Verhüllung fortschreite, sondern wie beim Pistill geschieht dieser Akt der Antherenbildung in der Einheit der gegenseitigen Durchdringung von Reife und innerer Regermination, die hier zusammenfallen, bei der niedern Vegetation des Blüthenreceptakels aber in Produktion des eigentlichen Receptakels selbst und der Blüthen noch in Gegensätzen auseinanderliegen. Darum könnte man sich das Staubgefäss der Kotyledoneen auch in der Erscheinung des Typus eines allgemeinen Blüthenreceptakels vorstellen, auf dem sich die Antherenloculamente peripherisch wie Staubgefässe auf dem Blüthenreceptakel ansetzen, da ja bei den Akotylen das Sporensäckchen, das dem Antherenloculament entspricht, das ganze Staubgefäss ausmacht, während das Connectiv als verjüngter pistillartig centraler Gipfeltrieb erscheint. Wollte man das Staubgefäss mit einem Karpell vergleichen, so entspräche das Connectiv der Placenta und die Antherenloculamente gewissermaasen den Samenknospen. Allein wie bei dem Pistill auf der *niedern* Stufe eine Zusammensetzung aus Karpellen vorherrschend und wie die Placenta aus Samenknospen zusammengesetzt ist, so wird auch die Anthere ursprünglich wie die Cycadeen, die Coniferen u. dergl. Fälle beweisen, aus einzelnen getrennten Antherenloculamenten zusammengesetzt. Ja selbst bei den Palmen (z. B. Geonoma) und andern Kotyledoneen findet man Antherenloculamente, welche wie gestielte Sporenbehälter erscheinen, indem sie mit dem Connectiv durch eine Abschnürung wie durch ein Stielchen zusammen-

hängen, während auch die unter sich noch getrennten Fächer häufig im Gewächsreich vorkommen. Da das Staubgefäss als Sporokarp ursprünglich in der Mitte zwischen einem wahren Staubgefäss und Pistill der Kotyledoneen steht, so hat der zusammengesetztzellige Sporenbehälter denselben Ursprung wie die Samenknospe und der Same, nämlich aus dem peripherischen Theil der Axengebilde, die ursprünglich als Pistille erscheinen, aber in den Charakter der Produktion des Receptakels zurücksinken, so dass sie eine *äusserliche* Produktion von Sporenbehältern statt einer innerlichen von Samen haben, wovon ausführlicher bei den einzelnen Familien der Glieder- und Laubfarne im Folgenden gehandelt werden wird.

Da die Pistille und Karpelle auf der *niedern* Stufe des Gewächsreichs noch den Blüthenreceptakeln und Staubgefässen näher als auf den höhern verwandt sind, so haben sie hier auch noch eine mit diesen höchst *verwandte* Entstehungs- und Erscheinungsweise. Bei der nahen Verwandtschaft der Blüthentheile unter sich kommen auch auf jedem Blüthenreceptakel oft mehrere Pistille oder Karpelle, ja sogar viele, vor, die somit den Staubgefässkränzen entsprechen und bald vorzugsweise einzeln sind bald unter sich durch die gedrängte Stellung und die Vergrösserung im Heranwachsen der einzelnen zur Verwachsung unter einander gelangen, wie z. B. bei den Palmen u. s. w. Diesen Verein von Pistillen oder Karpellen darf man daher *keineswegs* dem *wahren höhern* Pistill *gleichstellen*, das in der Einheit und höheren Innerlichkeit erscheint und keine Zusammensetzung aus Verwachsung von Karpellen ist, obwohl es allgemein dafür ausgegeben wird, sondern eine Entwicklung aus der ursprünglichen or-

ganischen Einheit des centralen Axengebildes in seine Theile, wie der Stamm und Stengel der Gewächse sich in Zweige und Zweiglein entwickelt.

Darum entsteht dieser Kranz von Pistillen bei dieser Verwandtschaft mit Staubgefässen ursprünglich auch aus der Vielheit und Einzelheit von Ansätzen, auf ähnliche Weise wie die Staubgefässe der niedern Stufen als Sporokarpien aus den *samenknospenartig* erscheinenden *Archegonien* der *Moose* hervorgehen, nämlich aus den äusserlich und frei erscheinenden *Samenknospen* am Rande des Blüthenreceptakels der *Cycadeen*. Da die Blüthen als eine Wiederherstellung der äusserlich und über dem Blüthenreceptakel erscheinenden Axengebilde nach deren Untergang auf der niedern Stufe erscheinen, so müssen deren Gebilde nicht nur in den schwächsten Erscheinungen (receptakelartigen Ansätzen als Samenknospen) zuerst auftreten, sondern auch, da die Reife und Aeusserlichkeit hier noch vorherrscht, denselben äusserlichen Charakter haben. Wie aber die *Blüthen*, obwohl sich die Gegentriebe in ihnen durchdringen, gleichwohl die *Differenz* im *Gegensatze* von *Reife und Regermination*, von *Aeusserlichkeit und Innerlichkeit* enthalten, so gibt sich dieser Gegensatz auch schon in diesen Ansätzen kund. Denn die *samenknospenartigen Antheridien der Moose*, aus denen die *Frucht- und Samenanfänge (Archegonien)* derselben und die Samen (Sporenbehälter) der Moose und Lycopodiaceen sich metamorphosiren, haben eben so wie die samenknospenartigen Stengelglieder der Characeen, aus denen die Samenschalen als Schaftglieder der Equisetaceen hervorgehen, im Vergleich mit den *Samenknospen* der *Cycadeen* den Charakter *vorherrschender Aeusserlichkeit, Reife und Vergänglichkeit,*

wie das Staubgefäss und Sporokarp überhaupt im Vergleich mit dem Pistill (Karpell). Wie diese, so sind auch jene nur dem Grad der Entwicklung nach verschieden. Wie die Axenorgane der Vegetation überhaupt unter dem Blüthenreceptakel als centrale und peripherische, als Haupt- und Nebenaxen, als Blätter und Zweige, eben so haben die Axenorgane über dem Blüthenreceptakel, Staubgefässe und Pistille (Karpelle), und darum auch die ersten Ansätze die Antheridien und wahren Samenknospen dazu, ja die *Embryen selbst* als Zellenembryo (Pollen- und Sporenschlauch) und als zusammengesetzter zelliger Embro *zweierlei* (höhere und niedere) *Stufen* der Erscheinung und Entwicklung zum Fortschritt in den Gegensatz aus der ursprünglichen Indifferenz. Darum gehen auch die aus diesen Ansätzen producirten Gebilde ungeachtet der nahen Verwandtschaft in einen ähnlichen *Gegensatz*, der überhaupt als sogen. Geschlechtsdifferenz den Blüthen eigen ist und im Vorherrschen von Reife im einen und von Regermination und erhöhter Reproduktion und Wiederernährung im andern Theile seinen Grund hat. Wie daher die aus den samenknospenartigen Ansätzen der Akotylen sich entwickelnden Gebilde, Samenschalen und Embryen, vorzugsweise als Axengebilde im Charakter der Reife und Aeusserlichkeit erscheinen und den Typus des allgemeinen Blüthenreceptakels in sich tragen, was wir bei den Kapseln der Moose und Lycopodiaceen, bei den Sporokarpien der Equisetaceen, ja auch bei den Samenschalen und Embryen der Rhizokarpen und bei den zusammengesetztzelligen Sporenbehältern überhaupt nachweisen werden, so erheben sich die aus den, obwohl gleichfalls noch äusserlich vorkommenden, Samenknospen der Cycadeen hervor-

gehenden Gebilde zur Natur eines *höhern* Axengebildes mit höherer Innerlichkeit als Karpelle der Palmenfrucht. Zwar ist das Karpell ursprünglich gleichfalls ein receptakelartiges Axengebilde, da die Spitze gebrochen und deren Sprossen beendet ist. Allein da die Reife zugenommen hat und in Expansion der Axe bis zur Basis eindrang, so dass die Angrenzung an die Blattartigkeit eintritt, so stieg auch die Reaction dagegen und die vermehrte Reproduktion mit dem Charakter höherer Innerlichkeit und Verschliessung, wodurch die Samenbildung nicht nur *innerlich* wird, die in den Samen (Sporenbehältern) der Farne und den Cycadeen selbst noch äusserlich vor sich geht, sondern auch allmählig, obwohl die Karpelle der Palmen meist erst nur *ein* Eilein haben, die Vermehrung der Samen und insbesondere der materiellen Masse des Karpells als Frucht selbst steigt. Damit ist denn der volle Gegensatz der Blüthenerscheinung in Staubgefässen und Karpellen bei den Cycadeen und Palmen eingekehrt, welcher sich bei den Akotylen nur hier und da, wie z. B. bei den Moosen, Characeen, Rhizokarpen u. a. kund gab. Allein die wahre Natur des Blüthenwesens in Wiederherstellung sowohl der peripherischen als wahrhaft centalen Axenbildung, der Hauptaxen und Nebenaxen, ist damit noch nicht erreicht, da diese Karpelle als Theile des Receptakels nur Theilaxen sind. Denn nur in stufenweisem Fortschritt erlangt die Vegetation die Kraft, nachdem sie in Produktion des Einzelnen sich erst geübt hat, das Ganze in der *Einheit* zu schaffen. Daher erscheint auch bei diesem Ganzen (Hauptaxe) die Hauptproduktion im Centrum, als Spermophorum und dessen Samen, wie bei der Produktion des Blüthenreceptakels, wo-

von das wahre Pistill eine Wiederholung im centralen Theile ist. Eben so wenig als das Blüthenreceptakel und dieses *höhere* Pistill selbst eine Zusammensetzung durch *Verwachsung* von Theilen sein kann, entsteht das centrale Spermophorum durch Verwachsung der Placenten der einzelnen Karpelle. Denn diese stammen vielmehr *von ihm* durch seine *Theilung* in Reife ab so, dass sowohl diese einzelnen Karpelle als die Placenten *von der Centralität ausgehen*, wie die Aeste und Blätter der gemeinen Pflanzenstämme und Stengel nicht durch die Verwachsung ihrer Basen und Blattstiele das centrale Axengebilde zusammensetzen, sondern sich aus ihm *organisch entwickeln und herausschieben.* Man hat mit Recht jene Botanik bekämpft, welche behauptete, das Axengebilde, der Stamm und die ganze Pflanze sei wie z. B. bei den Farnen durch Verwachsung einzelner Pflänzchen auf der Pflanze und insbesondere Verschmelzung der Blattstiele entstanden und doch fährt man fort, ungeachtet diese irrige Ansicht siegreich widerlegt wurde, da man zur Einsicht gelangt, dass sich das Ganze in der organischen Einheit aller gestaltet, beim Pistill überall die Zusammensetzung durch Verwachsung zu behaupten, ohne zu bedenken, dass die Produktion der Axengebilde über dem Blüthenreceptakel in gleichem Gesetz mit der unter demselben fortschreitet. Denn, obgleich die oben dargestellte Entwicklungsgeschichte des Pistills, nach welcher die Vegetation erst in Produktion und Vermehrung der einzelnen Karpelle (vielfache Frucht, fructus multiplex *Gaertn.*) sich gleichsam übt, ehe sie das Ganze in einem Akte der *Einheit* hervorzubringen die Kraft erlangt, sich im Gewächsreich auf verschiedenen Stufen wiederholt

wie namentlich bei den Mono- und Polypetalen, so ist der Fortschritt zur Einheit, obgleich auch die einzelnen Karpelle im Kranze oft mehr oder weniger oder völlig verwachsen vorkommen, doch vielmehr ein *Sprung* als ein Uebergang durch Verwachsung, wie am Klarsten der Fortschritt in der Ordnung der Labiaten von der sogen. Gymnospermie in die Angiospermie oder der Uebergang aus den Umbelliferen durch die Ranunculaceen in die Papaveraceen und Cruciferen beweist.

In Pistill und Frucht durchdringen sich die beiden höchsten Gegentriebe von Reife und Regermination in höherem Grade als im Staubgefäss und treten darum auch in höhern Gegensätzen hervor. Diese gegenseitige Durchdringung von Reife und Reproduktion, von Erschöpfung des Axengebildes und von erneutem Sprossen ist es daher auch, welche nicht nur die allgemeine Form der Karpelle und Pistille überhaupt bestimmt, sondern auch die Vermittlung von *Auf- und Abwärtswachsen dieses Gebildes*, welche eine charakteristische Eigenschaft der zweiseitigen Polarisation der gemeinen höhern Axengebilde überhaupt ist und von *derselben* höhern Grundlage stammt. In der Vermittelung beider Gegentriebe liegt darum auch die Erscheinung des Wechsels von Erschöpfung und Reproduktion in der Reihenfolge der Samen, so wie die Wiedereinkehr der erneuten Saftströmung und reichlichen Gefässbildung in den Samensträngen. Da dieser Charakter der fruchtartigen Erscheinungsweise auf der Spitze der ersten Klasse, in den Filicinen, allgemein herrschend wird und somit die ganze Vegetation durchdringt, so kehrt er mit seinem allgemeinen Gesetze hier auch zuerst in der niedern Vegetation ein. Daher

tritt insbesondere hier zuerst im Fortschritt zu den *Palmen* der Anfang jener Grunderscheinung des Stammes in zweiseitig entgegengesetzter Polarisation des pistillartigen Wachsthums in *auf- und absteigender Vegetation* (caudex adscendens und descendens) auf, welche bis dahin, wie in dem Stengelkern der Isoeteen sich zeigen wird, nur in sehr schwachen Regungen oder noch gar nicht sich kund gab, da das Fortschreiten des Wachsthums in Gipfeltrieben allein herrschte. Ja merkwürdige Fälle solcher Art hat man bei den Palmstämmen gefunden wie z. B. in Sabal *Adans*, deren Stamm nach den Beobachtungen von *Martius* und And. auffallend stark abwärts wächst, wie das Carpell vom Connectiv ausgehend (was der Vorgang bei Missbildungen am deutlichsten zeigt) mehr eine abwärts- als aufwärtsgehende Produktion hat. Wie sich diese Gegentriebe bald vorzugsweise gleichmässig durchdringen und im Gleichgewicht ihrer Kräfte beschränken oder einander im Wirken frei lassen und einer das Extrem des andern zulässt, so wird auch Form und Erscheinung des Gebildes bestimmt. Wirken beide gleichmässig ineinander, so muss die Einheit des Gebildes und der Mittelzustand einkehren wie in der Einheit der Staubgefässe bei den Monopetalen und dem einfachen Pistill. Diess spricht sich sowohl bei dem gemeinen Axengebilde als bei dem Pistill und der Frucht in der Knoten- oder Knollenform aus. Regen beide im höhern Gegensatze und Wechsel einander an, so müssen die in die Länge sprossenden Früchte, so wie bei den gemeinen Axengebilden die ungeheuer hohen Palmstämme entstehen. Herrscht die Reife und Trennung über die materielle Vermehrung und Innerlichkeit vor, so erscheinen die Gebilde aus ihrer Einheit

schon ursprünglich herausgerissen und in Theile (Staubgefässe und Karpelle) zerfallen. Darum tritt auch, da in den *Gonatopteriden* (sechste Ordnung) vorzugsweise das Lebensprincip der Blüthen in Einseitigkeit des Vorherrschens des Reifezustandes der Axen (Staubgefässe) dagegen in den Filicinen (siebente Ordnung der I. Klasse) die Einseitigkeit im Vorherrschen der centralen Axe oder der Pistill- und Fruchtartigkeit die Vegetation derselben bestimmt, dieser so grosse Unterschied und Gegensatz in der Axenbildung beider hervor. Denn kaum gibt es im Gewächsreich solche *Gegensätze* unmittelbar neben einander als zwischen den Staubgefässen und Früchten im Allgemeinen bestehen und als eben darum die Axen der Gonatopteriden als erste über die Receptakelerscheinung dieser Klasse oder die Moosvegetation hinaus entstehende Axengebilde in der Schwäche und Erschöpfung ihres Reifezustandes gegen die Massenhaftigkeit der in der Lebensgeschichte später über der Receptakelerscheinung mit vermehrter Produktion aufkeimenden Axengebilde der Filicinen zeigen, da in jenen mitunter die schwächsten Pflänzchen, in diesen die mächtigsten Bäume, wie z. B. bei den Cyatheaceen, vorkommen.

Die *Samenknospen* sind *Axenorgane* oder letzte Blüthenaxen, wie die Pistille, aus denen sie hervorgehen, dem Axensysteme angehören. Diess beweist schon ihr Zustand der Differenzirung von *centraler* höchster Reife und *peripherisch* vermehrter Produktion. Ursprünglich entsteht die Samenknospe bekanntlich als eine rundliche Erhabenheit, als ein stumpfes Höckerchen oder eiförmiges Zäpfchen, welches wie der Anfang eines jeden Axengebildes einen Centralpunkt von gehäuftem Zellgewebe darstellt

als Kern ohne eigentliche Hülle (nucleus nudus). Die Spitze derselben führt den Namen Kernwarze (mamilla nuclei), die Basis den von Keimgrube oder Nabel (hilum, umbilicus). Dieser erste Ansatz schreitet aber durch Entwicklung bald zu grossen Veränderungen fort, sowohl in seinem Innern als auf seinem Umfange. Denn vom Grunde der Samenknospe her bricht ringsherum um dieselbe ein kreisförmiger Rand hervor, welcher das ursprüngliche Gebilde im ganzen Umfange überziehend zur Hülle desselben wird und nur an der Spitze eine kleine Oeffnung (Knospenmund, Micropyle) lässt. Bei dieser ersten einfachen Knospenhülle (integumentum simplex) bleibt es aber gewöhnlich nicht, sondern unterhalb dieses ersten sich erhebenden Randes (int. prim. s. internum) an der Basis der Samenknospe erhebt sich ein zweiter Rand (int. secund. s. extern.), der die erste Knospenhülle durch sein Heranwachsen überzieht. Die Oeffnung, welche auch diese an der Spitze lässt, heist äusserer Knospenmund (exostomium) im Gegensatze vom innern (endostomium). Oft kommt sogar noch ein drittes Integument, die Hülle des vollständigen sogen. geschlossenen Samenmantels (arillus) vor. Im Innern der Samenknospe bildet sich in einem anfänglich ganz gleichförmigen Parenchym (Mark) während des Heranwachsens der Integumente *eine* (sehr selten *zwei* oder *mehrere* wie z. B. bei *Viscum*, wovon der Grund bei den Rhizokarpen erklärt werden wird) Zelle, die sich für sich selbstständig aus dem übrigen Parenchym isolirt, durch innere Expansion viel grösser als jede der andern, so dass sie durch Verdrängung des ihr zunächst liegenden Parenchyms, welches aufgelöst und resorbirt wird, in sich immer mehr anschwellend eine

Gummi und Schleim enthaltende meist ovale grosse Zellenhaut in der *Mitte* des Eikerns darstellt. Sie ist der *Embryosack* (sacculus colliquamenti).

Der Knospenkern (nucleus), der ursprünglich als ein Zellenknöspchen, als eine elementare Anlage zur Zweigknospe erscheint, geht somit durch die central herrschende Reife in der zu erhöhter Selbstständigkeit gelangten Centralzelle zur Erscheinungsweise eines Stengelglieds der Characeen oder der Polysiphonieen der Fadenalgen über.

Darum findet auch in jenen Kreisen ein *analoger* Fortschritt aus dem schwachen Stengelglied der Characeen in das Equisetaceenschaftglied Statt wie aus der Spore mit ihrer Mutterzelle in die Samenknospe, da einerseits die centrale Reife anderntheils die peripherisch erneute Germination und Hüllenbildung in erhöhtem Maase einkehren. Also nicht nur durch den Charakter höchster innerlicher Reife und Auflösung des Zellengewebes um den central liegenden Embryosack und durch Expansion dieser Centralzelle zu einer Höhle entspricht die Samenknospe dem Wesen der Axengebilde überhaupt, welche, wie sowohl die Pistille und Früchte als auch die gemeinen Axen, höchste innerliche Aushöhlung haben (Markkanal oder hohler Stengel, wie z. B. in den Umbelliferen, Gräsern, Cannaceen u. s. w.), sondern auch darin, dass im Umfange die *erneute* Germination von *Hüllen über Hüllen* successive thätig ist, worin die Bildung der Samenknospenintegumente dem Anwachsen *concentrischer Schichten* oder sogen. Jahresringe im Umfange des Stammes wie zumalen bei dem Dicotylischen Holzkörper zu vergleichen ist. Selbst die Samenschale ist demnach als Verein übereinandergeschobener Schichten der Samenknospen-

hüllen ursprünglich *kein Blatt- sondern Axenorgan* wie die ganze Samenknospe und wie der Inhalt des Samens, der *Embryo* selbst, worüber unten aufs klarste der Embryo der *Rhizokarpen* belehren wird.

Da aber die Samenknospe ein in centraler Reife und Expansion untergehendes in sich selbst keimloses und in peripherischer Reproduktion wiederaufgehendes Axengebilde ist, so hat es den allgemeinen Charakter des *Blüthenreceptakels*, wie alle Axen über dem Receptakel (Staubgefässe und Pistille), und wird in dieser Receptakelartigkeit materielle Grundlage und Ernährungsgehalt für den peripherisch auf dem Embryosack sich entwickelnden Embryo. So gehen die letzten innersten Axengebilde (Samenknospen) als solche durch Reife in blattartiger Expansion Samenschalen) unter, damit auf ihnen wie auf Körpern, die in diesem Untergange in innerer Auflösung und Zersetzung an die irdische Natur grenzen, verjüngte Axengebilde als Pflänzchen im Ansatze oder Embryen wieder aufgehen. In dieser Entwicklung der Samenknospe erscheint sie fast karpellartig, da die meisten Knospenhüllen anfangs auf- dann durch Krümmung abwärtswachsen und sich zusammenziehen. Da endlich auch der Embryo ein Axengebilde mit dem knospigen Ansatze zum Axenwesen ist, so erscheint das Pistill als Entwicklungs- und Fortpflanzungsgeschichte von Axenorganen auf Axenorganen gleichsam als eine Einschachtelung derselben ineinander, wovon wir in der *Laubmoosfrucht* eines der merkwürdigsten Beispiele entdeckt haben, während das Verstäubungsorgan nur erst die Keimgrundlage dazu enthält.

Doch ist diese dargestellte Natur der *Samenknospen* schon eine *höhere Stufe dieses Organs*. Da nämlich die Samenknospen (wie z. B. in den Moosen und Cycadeen)

die ersten Ansätze für die Axenorgane über dem Blüthenreceptakel sind, in denen sich die Fortpflanzungskeime entwickeln und diese Axenorgane als *zwei* verschiedene Gebilde, Staubgefässe und Stempel, erscheinen, so müssen auch die Ansätze dazu von *zweierlei Art* sein. Denn wie die Fortpflanzungskeime der Pflanzen in Pollen (Spore) als elementarem Embryo und in dem zusammengesetztzelligen Embryo *zwei Stufen* enthalten, worin einestheils die Reife, anderntheils die vermehrte Reproduktion vorherrscht, und die niederste Stufe der Erscheinung der Axengebilde in jenen Ansätzen schon die erste Grundlage jener ausgebildeten Axenorgane enthalten muss, so gibt es nothwendiger Weise in diesen Gebilden *zwei* wesentlich verschiedene Stufen die in dem allgemeinen Verhältnisse wie das Pistill und Staubgefäss zu einander stehen. Darum gibt es eben sowohl Samenknospen als erste Anfänge der Staubgefäss-, der Antheren- und Pollenerscheinung, als es Samenknospen des Pistills und der Karpelle (Cycadeen) gibt. Wie daher Staubgefässe und Pistille ursprünglich, wie z. B. am deutlichsten bei den Moosen ist, *indifferente* Erscheinungen sind, die sich durch den verschiedenen Grad der Reife und Entwicklung wie zwei Stufen desselben Grundorgans (Blüthenreceptakels) unterscheiden, so liegt auch der Unterschied dieser Samenknospen nicht in ihrem ursprünglichen Wesen, sondern hauptsächlich in der wirklichen Gradation der Erscheinung beider. Da aber die Antheren aus den Sporokarpien der Akotyledoneen hervorgehen, so erscheinen im Gewächsreich nur auf der *niedern* Stufe der Sporokarpien- und Sporenbehälterbildung solche samenknospenartige Ansätze dazu. Dergleichen finden wir bei den

Moosen in den sogen. Antheridien und Archegonien, da letztere nur eine höhere Entwicklung der Antheridien sind, dann in den Antheridien auf dem Keimblatt der Farne, in den Schaftgliedern der Characeen und sehr wenigen andern Fällen, wo diese Ansätze im ursprünglichen samenknospenartigen Zustand beharren. Denn da der Charakter der Aeusserlichkeit und Reife in ihrem Wesen vorherrscht, so können diese Ansätze nicht, wie die innerlich erscheinenden Samenknospen des Pistills den höhern Embryozustand erlangen, den man im Samen findet, der Verwandtschaft mit dem Zustand *ruhender* Knospen hat, da ja auch das Axenorgan ursprünglich Frucht und Stamm zugleich in indifferenter Erscheinung ist. Ansetzen und Entwickeln zum ausgebildeten Organ tritt im Sporenbehälter und der Antherentheka zugleich ein, da sie wie die Axenorgane über dem Blüthenreceptakel überhaupt sich bei ihrem Reifeübermaas nicht im ruhenden Knospenzustand bei einzelnen ansetzen, sondern den Knospenzustand in der Gesammtheit der Blüthe (alabastrum) haben. Daher erscheinen sie schon beim Ansetzen als Sporenbehälter oder Sporenkapselchen der Akotylen oder Antherenloculamente der Phanerogamen, die gewissermaasen mit den Samen dieselbe Verwandtschaft haben, wie das Staubgefäss überhaupt mit dem Pistill. Die Entwicklung der samenknospenartigen Ansätze für die Sporokarpien geht aber ursprünglich nicht weiter als bis zur *blüthenreceptakelartigen* Erscheinung der Sporenkapselchen oder Antherenloculamente als receptakelartiger reifer Axenorgane, während die der eigentlichen Samenknospen mit pistillartiger Erscheinung, da sie die Reife und darum auch die Reaction dagegen, die Reger-

mination und Reproduktion, in höherem Grade hat, in den Typus der Erscheinungsweise *über* die Receptakelartigkeit hinaus geht und *vorzugsweise pistillartig* wird, so dass fast die Samenschalen höher entwickelten ächt beringten Sporenbehältern entsprechen. In diesem gleichen Ursprunge und Parallelismus der Hüllenbildung beider Organe könnte man, obwohl ursprünglich sowohl der Function als Bildung nach die *Sporen* und deren *Schläuche* den *Samen und Embryen* der Phanerogamen keineswegs entsprechen, die zusammengesetztzelligen Sporenbehälter auch Samenhüllen nennen, denen sich insbesondere die ächtberingten Sporangien der Farne nähern, obwohl sie nie eine solche Innerlichkeit des höhern Embryozustandes wie die wahren Samenschalen erreichen. Doch davon wird unten, insbesondere bei den Lycopodiaceen, Rhizokarpen, Ophioglosseen u. a. weiter gehandelt werden.

Obgleich *beide Blüthentheile* ursprünglich *eins* und bei fast allen Familien der ersten Klasse fast *indifferent* sind, so schreiten sie allmählig dennoch in ihrer Gradation der Entwicklungsgeschichte über die erste Klasse hinaus zur Differenz sowohl in ihrer Erscheinungsweise als in ihrer geschlechtlichen Function. Worin aber der eigenthümliche Antheil eines jeden beider Blüthentheile an der Fortpflanzungsgeschichte besteht und worin sich dieser Vorgang der *vegetativen* Zeugung und Fortpflanzung vom *animalischen* im Wesentlichsten unterscheidet, wird in möglichster Kürze bei den Rhizokarpen vorgetragen werden.

b. Die Ordnung der Laubmoosvegetation als die nächste Voraussetzung und Grundlage der Ordnung der Gliederfarne oder Gonatopteriden.

> Siehe, Er geht vor mir vorüber, ehe ich es gewahr werde, und verwandelt sich, ehe ich es bemerke. Hiob.

Aus der Grundlage der üppigsten Markproduktion in den *Pilzen* und *Schwämmen* erfolgt als nächster Nachsatz eine eben so reichliche Blattentwicklung in den *Blattalgen* (Fucoideen, Florideen) und den *Lebermoosen*, welche zusammen die *vierte Ordnung* der Klasse der Akotylen ausmachen. Das *Blattwesen* enthält als organische Erscheinung den Ausdruck der Widersetzlichkeit des Lebens gegen die Erscheinung des eigentlichen Pflanzenkörpers oder des Axengebildes und hat daher im Zustande seiner Entwicklung und Ausbreitung den Aufbruch der centralen Einheit und peripherischen Verschlossenheit der Axen zur Folge, um den inneren Gehalt mit der Marksubstanz, wie hier, zur äussern Entwicklung für die horizontale Expansion und Parenchymbildung hervorzulocken und in diesem Vorgange die Vermehrungsgeschichte der Pflanze zu bewirken und zu fördern. Zwar herrscht schon in den Pilzen und

Schwämmen, obgleich sie durch und durch Markwesen sind, der Charakter der Aeusserlichkeit vor, wie bei allen, selbst den sonst innerlichsten, vegetativen Gebilden in *dieser* Klasse der Wurzelherrschaft. Allein ungeachtet dieser hohen Reife und Neigung zur äussern Germination, Expansion und Erweichung des Gehaltes, worin sie im Extrem an die *Süsswasseralgen* grenzen, herrscht doch auch im gleichen Maase noch der Charakter der Axen- und Fruchtartigkeit und des Embryozustandes in ihnen, womit sie sich im Extrem dem Charakter der *Flechten* nähern, zugleich, so das beide Lebensmomente im Gleichgewicht ineinander gehalten, die gleichmässige Schwebe zwischen Aufschluss und Verschluss, zwischen Embryozustand und Germination haben, womit sie den *seminalen* in der Mitte zwischen Ein- und Ausgang des Lebens schwebenden Zustand in sich tragen. Ja sie zeigen darin sogar Spuren der Angrenzung an das Wesen und die Erscheinungsweise im thierischen Lebensprincip von Systole und Diastole, wodurch den Elementarorganen der *Pilze* zum Theil eine nahe Verwandtschaft mit dem Charakter der *animalischen Substanz* eingeprägt ist.

Durch zunehmende höhere Reife wird die Innerlichkeit des symmetrisch geregelten Baues des in der Einheit von centripetalen und centrifugalen Trieben stehenden Gebildes der Pilzvegetation wieder gebrochen. In diesem Moment tritt gegen die Reife die Ueberreife oder Regermination hinzu, so dass die Gegensätze, welche die Reife und innerliche Destruction einerseits so wie die Reconstruction, die Verjüngung und erneute vermehrte Produktion andererseits herbeiführen, herrschend werden, wodurch die *Vermehrungsgeschichte* der Vegetation

dieser Klasse eingeleitet wird. Die *innerliche* Produktion und Markbildung wird damit in die vorzugsweise *äussere* Germination, in die Erscheinung der Parenchymbildung und des Blattwesens übergeführt. Aus der Ueppigkeit der Keimgrundlage im Mark der Pilze geht der grosse Reichthum der Germination in Blattbildung auf der folgenden Stufe hervor. Aus diesem Grunde leben die Hauptfamilien dieser *vierten* Ordnung der Akotyledoneen, die Florideen und Fucaceen, in den warmen Meeren, weil die Einwirkungen der warmen Feuchtigkeit und vorzüglich die Schärfe der Chlorauflösung (oxygenirte Salzsäure) den höchsten Grad von Germination und Entwicklung hervorbringen und unterhalten, *) wie Al. v. Humboldts Versuche nachgewiesen haben, der durch das wässerige Chlor die kräftigsten Keimungsakte bewirkt hat. Dadurch erlangen sie aber auch, obgleich sie auf dem Eingange der Ordnung, zu der sie gehören, von ausnehmender Kleinheit der einzelnen Pflanzen ausgehen und, wo sie getheilt erscheinen, jede dem Wesen nach doch nur ein einziges, obgleich vielfach in Stücke getheiltes Blatt oder sogen. Laub oder vielmehr laubartiges Lager (Thallus frondosus) ist, eine ungewöhnliche, ja mitunter *wahrhaft colossale* Grösse, womit manche sogar die Grösse von den höchsten Bäumen weit

*) Desswegen arten jene Blattalgen, welche zu ihrer Entwicklung eines sehr intensiv salzigen Meeres bedürfen, wenn sie da leben, wo das Meer *weniger salzig* ist, in verschrumpfte krüppelhafte Formen aus, wie Jac. G. Agardh (novit. flor. suec. ex algar. famil. p. 3) nachgewiesen hat. Wir möchten hier gleichfalls an die ausserordentliche Wirkung der *Kochsalzdüngung* der neuesten Agrikultur in Verbindung mit Gyps erinnern.

übertreffen. Denn sie können sich in Vermittlung jenes Mediums der freiesten Expansion im weiten Raume und dem Zug der Sonne hingeben, der das Blattwesen überhaupt so gerne folgt, so dass sie damit unmittelbar auch in den Zustand der *reifen* Erscheinung, mit welcher alle Gebilde dieser Klasse der Wurzelherrschaft beginnen, hinüberschreiten, wie schon ihre von der allgemeinen grünen Farbe der gemeinen Blätter abweichenden, sonst den Blumenblättern eigenthümlichen Farben, zumalen das so häufig bei den Florideen vorkommende Purpur- und Rosaroth und das Olivenfarbene der Fucaceen beweissen. Daher ist auch der Trieb der *Axenbildung* wie in dem höhern reifen Blattwesen, dergleichen die Blumen- und Perigonsblätter der Phanerogamen sind, der herrschenden Expansion und Scheibenformation völlig *untergeordnet*, wie gröstentheils noch in den auf sie folgenden Moosen. Eigenthümliches Stengelwesen ist in dieser Vegetation noch nicht, sondern es ist in ihr nur als durchlaufendes Blattgeripp vorhanden. So ist der Stengel und die Zweige mit der Mittelrippe und den Seitenrippen noch fast indifferent, wobei jedoch von Gefässbündeln noch keine Rede sein kann, sondern nur dichteres Zellengewebe und Zellenreihen vorkommen. Die Bindungskraft des Stammtriebes, die Macht des Planetarreitzes und der Gravitation, welche in der Pilzvegetation noch vorherrscht, ist in dem Maase geschwächt, dass sie da leben, wo die Sonne ihren Sieg über den Planeten hat, in dem allgemeinen Solutionsprocesse, worin der Continent aufgeschlossen, zersetzt und destruirt wird. Da können sie ihrer Lichtbegierde und dem Expansionstriebe unge-

hemmt im Ocean schimmend *) frei folgen und jene Locomotivität erreichen, wozu jedes Blatt seiner Lichtbegierde gemäss hinstrebt. Denn sie haben im Wasser zugleich das Gegengewicht gegen die Ueberreitzung des Lichtes, die Löschung gegen den Sonnenbrand, die Präcipitation gegen die salzige Schärfe und die Sättigung gegen die Verzehrung der Reife und Entäusserung, um das Material vermehrt herzustellen.

Darum folgt auch auf der folgenden Hauptstufe der Lebensgeschichte dieser Kreise in den *Lebermoosen* eine in erneuter Germination *verjüngte knospige* Produktion in den sogen. *Amphigastrien* oder *Beiblättchen* nach, da neben dem älteren Blattmaterial, wie beim Blattwesen überhaupt, eine verjüngte knospige Blattproduktion heranwächst.

Da durch die Ueppigkeit der Entwicklung des Blattwesens bei den *Fucaceen und Florideen* die Keimgrundlage erschöpft wird, und durch das innerliche Zerfallen, das oft in Verstäubung übergeht, so wie durch das Zerschneiden zu Stücken und Theilblättchen beim Ueberhandnehmen der Reife des Blattes ein Nothstand der Erhaltung eintritt, so erscheint bei den *Lebermoosen* eine beginnende Umkehrung des Blattwesens und darum nicht nur ein Anhalt gegen die Expansion und Scheidung, eine Zurückziehung der Keimfülle gegen die horizontale Ausbreitung, ein Trieb zur Centralität, Gemeinschaft und Geselligkeit der Triebe oder Blättchen, so dass die Expansion allmählig geringer wird und die Flächen

*) Der Beerentang, Fucus natans (Sargassum baccíferum), bildet gleichsam schwimmende Inseln im Ocean (s. *Linn.* amönitt. acad. V. p. 70).

sich zusammenziehen, sondern auch eine Annäherung zur grössern Einheit und zum innigern Zusammenhang der Theile, wodurch der flache Laubstengel (caulis frondosus) oft nur an der Spitze fingerförmig getheilt, ja sogar wie bei den Ricciеen von einem Centrum gleich einem Parmeliaceenthallus fast sternförmig ausstrahlend auftritt und Laub (frons) genannt wird. Hier sind die gabelförmigen Spitzen und Einschnitte noch Reste der frühern Theilung in der vorausgegangenen Blattformation, die beim Uebergang zur Einziehung noch nicht innerlich gebunden werden konnten. Dennoch bleibt dieses ein alterndes der Reife anheimfallendes Blattwesen. Darum ist die Vegetation genöthigt, auf der unteren, dem Boden zugekehrten Seite des Laubes eine erneute knospige Blattvegetation, die von der zur Centralität zurückgezogenen Keimfülle und dem erstarkten Gerippe ausgeht, in den sogen. *Beiblättchen* (amphigastria), die daher dicht gedrängt dachziegelig stehen, heranwachsen zu lassen. Diese neu germinirende Blattvegetation zeichnet sich daher auch dadurch vor dem ursprünglichen Blattwesen, dem eigentlichen Laube, aus, dass die Blättchen viel zärter, feiner und kleiner sind als die Ober- oder Vorderblätter, überhaupt dadurch sich mehr dem Blattwesen der Perigonien und Blumen der Phanerogamen nähern, ja oft nur als Schüppchen erscheinen und im Allgemeinen nur aus einer einfachen Zellenlage bestehen, während die andern weit grösser sind, ein dichteres, oft aus mehreren Zellenlagen bestehendes Gewebe haben und mit ihrer festeren Consistenz noch an den Bau und die starre lederartige Natur der vorausgehenden Familien der Blattalgen erinnern. Dabei sind die *Amphigastrien* an

der Längenaxe des Stengels querangeheftet (transverse affixa), stehen dicht knospig gedrängt und der Längenaxe angedrückt, während die Vorderblätter, die ihren Ursprung aus der Laubfläche haben, noch meist dieselbe zweiseitig flügelartige Richtung und Stellung zur Längenaxe beibehalten, welche sie als zusammenhängendes Laub ursprünglich zu derselben Längenaxe als Mittelrippe inne hatten, so dass sie meist schiefangeheftet (oblique affixa) oder sogar längsangeheftet und herablaufend erscheinen. In diesem Charakter sind die Amphigastrien in den Stand gesetzt, zur Annäherung an die Gemeinschaft und blumenartige Beschaffenheit fortzuschreiten, was bei der Richtung und dem entgegengesetzten Zustande der Vorderblätter nicht möglich ist. Diess zielt somit auf ihre Bestimmung für das höhere Blüthen- und Fruchtwesen, woraus zugleich die Nothwendigkeit dieser knospigerneuten Blattproduktion erhellt. Denn da die erneute Germination hier noch nicht bei der Herrschaft der hohen Reife durch *innerliches* Knospenansetzen geschehen kann, so ist sie nur durch eine mehr oder weniger *äusserlich oberflächlich* entstehende Produktion wie die der Brakteen und Blumenblätter möglich, eine Erscheinung, die sogar noch in folgenden Lebenskreisen wie z. B. bei den Equisetaceen u. s. w. vorkommt.

Bei diesem merkwürdigen Unterschied und Gegensatz von reifem alternden schwindenden und von *knospig* verjüngt aufgehendem Blattwesen ist daher auch der Ursprung der Vorderblätter aus einer in früherer Stufe zusammenhängenden grossen thallusartig horizontalen Blattfläche, welche oft als Laub noch unverändert vorkommt, unverkennbar. Indem aber statt der unbestimmten ungeregelten

Theilung des Blattes bei den vorausgehenden Blattalgen hier auch in diesen Vorderblättern Regel und Gesetz und Wechselbeziehung der Theile eintritt, so ist auch hierin schon die Wirkung des *blumen-* und *blüthenartigen* Lebensprincips, die Regelmässigkeit und Ordnung, wie die Concentration eingekehrt, da sie *zweireihig* wie die *Samen* aus einem *Carpell* entspringen.

Daher kann sich in diesem Fortschritte auch der *gemeinsame* Centraltrieb als Stengel *) schon hier, noch mehr aber bei den folgenden Laubmoosen als Anfang zu einer fruchtartigen Axenbildung ansetzen. In diesen hat er selbst die aufrechte Haltung erlangt, während er in den Lebermoosen niederliegt und noch kriechend ist also noch vorzugsweise dem Wurzelwesen angehört. Da aber vorzüglich in dem neu heranwachsenden Blattwesen der Amphigastrien die innerliche Gesetzmässigkeit, Ordnung und Gemeinschaft in höherm Grade herrscht, so dass sie, obgleich ursprünglich an der Mittelrippe unter dem Laube zweireihig erscheinend, doch bei den beblätterten Stengeln verwachsen sind und somit dadurch die entgegengesetzte Natur des eigentlichen Laubes annehmen, welches in Theilung fortschreitet, so gehören sie nicht nur vorzugsweise dem Axengebilde an, sondern begleiten dieses meist auch bis zur Fruchtbildung, wo sie brakteen- oder vielmehr fast blumenartig in Zusammensetzung der Blüthenhüllen erscheinen. Da diese Blättchen aber an der Basis der Pflanze häufig als Wurzelwesen

*) Die Vorstellung der Botaniker, dass in den Lebermoosen Blattwesen und Stengel verwachsen seien, ist ganz irrthümlich. Vielmehr regt sich hier zuerst der Trieb beider Theile, aus der *ursprünglichen Indifferenz* zur Besonderheit und Selbstständigkeit eines jeden Theils hervorzutreten.

insbesondere als Wurzelhaarbüschel auftreten, also in erneuter Germination aus dem Wurzelwesen ihren Ursprung nehmen, so enthalten sie in dieser Zweiseitigkeit ihres innern Wesens die *Vermittelung* (Mittelzustand) zwischen dem niedern Wurzelwesen und der höhern Vegetation, indem sie sowohl in der Natur des wirklichen Wurzelwesens als in der des *Papillenorgans*, nämlich der Perigonien und Blumenkronen des höheren Gewächsreichs, erscheinen, so dass sie die Wurzeltriebe im Gewebe von Blatterscheinung gebunden enthalten. Allein dennoch brechen diese ungeachtet dieser Bindung häufig nicht nur in sogen. Paraphysen, die frei um die Früchte stehen, aus, sondern kommen auch in innern Paraphysen auf der Fruchtwandung, welche *Schleuderfäden* (elateres) genannt werden, hervor. Dies sind langgestreckte spindelförmige Zellen, die 1—3 Spiralfasern in sich enthalten, wie die Zellen der innern sogen. Spiralfaserschicht der Antherenvalveln und der Sporenbehälter des Sporokarps der Equisetaceen, denen sie entsprechen, so wie sie wahrscheinlich auch mit den in der Frucht der Fucaceen im Innern nach dem Centrum strebenden Zellenfädchen nahe Verwandtschaft haben. Nicht selten drängen sich auch noch bei dem Blattwesen der folgenden Laubmoose wirkliche Wurzelhaare aus den Spitzen, den Flächen, Mittelnervchen der Blättchen oder auch aus deren Grunde und Axillen heraus. Denn die Herrschaft des *Blattwesens* im Charakter vorherrschenden Grünens, der Chlorophyllentwicklung und wurzelartigen Aeusserlichkeit ist dem *Embryozustand und Fruchtwesen nicht günstig.* Daher bleibt in den Lebermoosen ungeachtet sich das Blattwesen zur Hüllenbildung in Perichätien ange-

sammelt und sich durch den Erhebungstrieb dem horizontalen Seitentrieb des Wurzelwesens entzogen hat, dennoch das expansive Blattwesen sogar in der Frucht vorherrschend, so dass nur ein schwacher Embryo- und Fruchtzustand erreicht wird und der Ausbruch in Wurzelwesen, Haaren und Schleuderfäden fast über die Keimbildung wie in den Flechtenapothecien das Uebergewicht hat.

Aus diesem Zustande schreiten die *Laubmoose* dadurch weiter zum Charakter der Innerlichkeit fort, dass die *Gegensätze* des Lebens, welche in den Lebermoosen nach zweiseitiger Polarisirung von Reife und knospiger Reproduktion des Blattwesens noch auseinander liegen, hier *im Einzelnen innerlich* aufgenommen sind, sich durchdringen und ausgleichen, was wir auch als Charakter der *Fruchtbildung der Laubmoose* nachweisen werden. Dadurch nahen die Blättchen dem wahren Charakter des höhern Blatt- und Blumenwesens noch mehr und treten daher auch in grössere Geselligkeit, geregelte Gemeinschaft, Gleichartigkeit und Gegenbeziehung unter sich. Auch verliert dadurch allmählig die Laubmoosvegetation den thallusartigen Charakter der niedern Kryptogamen, welcher noch sogar bei den beblätterten Jungermannien in der horizontalen flächenartigen Ausbreitung und in der am Boden und der Unterlage hinkriechenden Richtung und Lage noch nicht ganz verschwunden ist. Denn die ganze Laubmoospflanze zeigt das Streben, sich in vertikaler Richtung in die Höhe zu erheben, also darin sich mehr dem Charakter *des Fruchtwesens zu nähern.* Damit hängt zusammen, dass die Blättchen auch im Allgemeinen eine nach allen Seiten der Axe gleichmässige geregelte Ausbreitung und eine Stellung in

gleichförmigen Abständen rings um die Axe erlangen. Während bei den Lebermoosblättchen nur hier und da ein schwacher Ansatz zu einem Mittelrippchen in Häufung von etwas mehr als die andern gestreckten Zellen als rippchenartiger Streif oder sogen. Binde (vitta) sich kund gibt und fast alle nur aus einer einfachen Zellenschicht bestehen, so haben die meisten Laubmoose in ihren Blättchen ein schmäleres oder breiteres Mittelnervchen aus langen gedrängt liegenden Zellen, so wie im Parenchym oft zwei bis mehrere Zellenlagen, also wie oben bemerkt wurde, schon in sich die Gegensätze, obwohl diese nur erst schwach vorkommen, aufgenommen, welche die Lebermoose nur erst äusserlich wie z. B. im Gegensatze der Vorderblätter und Amphigastrien haben. Wie aber in den Blättchen gegen die peripherische Entäusserung und Expansion der Gegentrieb centraler Einigung, der Mittelnerv, vorherrschend wird, so nimmt dieser Uebergang zur Innerlichkeit und Hüllenbildung im *Stengeltrieb* gleichfalls im Vergleich mit dem Strünkchen der Lebermoose zu. Daher erscheint im Stengel der meisten Laubmoose ein centraler cylinderartiger Kreis von Bündelchen langgestreckter, theils weiter dünnwandiger, theils dickwandiger vom eigentlichen kurzen Parenchym unterschiedener Zellen, in welchem ein, obwohl nur sehr geringer Theil von Parenchym als *Mark* zurückgehalten wird.

Aus demselben Grunde der Zunahme der Innerlichkeit im Blattwesen und dem Axengebilde tritt daher auch in der *Fruchtbildung* der Laubmoose eine grössere, festere Hülle und Bindung, ein stärkerer Embryozustand als bei den Lebermoosen auf. So steht auf diesem Ziele die Vegetation in einem ähnlichen Zustande, welchen sie bei den Phanerogamen in den

Perigonien und dem Papillenorgan, der Blumenkrone, erreicht, da sie die Vermehrung, die Massenhaftigkeit und Rohheit in Substanz und Bildung überwunden hat und das Mark innerlich für die Keimbildung zurückhält und verschliesst, so dass es anstatt der bisherigen Entäusserung bei üppiger Blattproduktion nun in die Fortpflanzungsgeschichte eingehen kann.

Die Entstehung der *Laubmoosfrucht* wurde bisher daraus zu erklären gesucht, dass sie als eine *Verwachsung* von so vielen *Karpophyllchen* zu deuten sei als ihr Peristom Zähne habe. Selbst das *Mittelsäulchen* (Columella) wird, wie z. B. von Bischoff (Lehrb. d. Bot. I. S. 431), als ein *innerster Blattkreis* erklärt, wofür seine zuweilen schon in der jungen, häufiger aber in der ausgebildeten Frucht vorhandene Höhlung sprechen solle!! *Diese Erklärung* ist jedoch *durchaus irrig*. Denn abgesehen von andern Einwürfen, die man machen könnte, und davon, dass die Zähne keine Blättchen sind und kaum als erste Spitzen von knospigem Blattwesen angesehen werden könnten, das auf folgender Gradation erst sich entwickelt, so kann überhaupt schon in der ganzen Klasse der Akotylen von keiner *wahren* Frucht die Rede sein, welche ein *wahres* Pistill zur Grundlage hätte, also auch nicht von *wahren* Karpellen und Karpophyllen. Ohnehin haben wir die Entstehung und Bildung der Frucht überhaupt aus einer Zusammensetzung durch Verwachsung von *Blättchen* schon im Eingange dieser Schrift in Abrede gestellt.

Da auf dieser Stufe das höhere Leben noch in *Indifferenz* mit dem niedern erscheint und darum noch nicht der wahre organische Gegensatz des Axenorgans als Pistill und als gemeines Axengebilde oder Blüthenreceptakel auftreten kann,

so wird die allgemeine Axe in ihrem Reifezustand *beim Uebergang* in die *Receptakelerscheinung* zugleich *Frucht,* obwohl diese darum auch Verstäubungsorgan werden kann, da dieses mit dem Receptakel nächste Folge und Verwandtschaft hat. Aus diesem Grunde *erscheint* die *Laubmoosfrucht* (Mooscapsel) an und für sich als ein *Blüthenreceptakel, das mit dem Verstäubungsorgan und dem Pistill* (den Blüthen) ein einziges noch in einem *indifferenten* Zustande organischer innigster Gemeinschaft und unmittelbaren Zusammenhangs stehendes Gebilde ausmacht. Zwar beginnt das Pistill des Gewächsreichs, welches sich hier in der Mooscolumella zuerst ansetzt, als Axenorgan in erneuter Germination mit dem verjüngten Zustande und Wachsthume des gemeinen Axengebildes in dessen Krautartigkeit als Stengel. Allein dennoch wird es meist sehr bald durch das Ueberhandnehmen der centralen Reife und blattartig machenden Expansion, so wie durch die Wirkung der peripherischen Bindung in jenen Reifezustand des allgemeinen Axengebildes übergeführt, der sich im *Blüthenreceptakel* der Phanerogamen kund gibt und oben schon geschildert wurde. Diese Receptakelnatur des Pistills steht schon auf einer höhern Stufe als das gemeine Blüthenreceptakel. Daher enthält sie nicht nur den allgemeinen Erscheinungscharakter des Blüthenreceptakels in centraler Expansion und Entäusserung, so wie in peripherischer Bindung, sondern enthält ihn im *höchsten Grad des Gegensatzes,* so dass das Gebilde an der Spitze fast geschlossen ist, eben so wie in ihm von innen heraus die höchste Expansion und Hüllenbildung herrscht. So ist das Pistill als Frucht eine wiederholte, obwohl noch höhere Gradation von Receptakelartigkeit als

das Blüthenreceptakel selbst. Indem nun aber diese höhere receptakelartige Erscheinung des Pistills mit dem gemeinen Blüthenreceptakel der Moospflanze auf dieser Stufe in *Indifferenz* zusammenfällt, da hier die *Gegensätze* des Lebens in diesen verwandten Gebilden, also die volle Eigenthümlichkeit des Blüthenreceptakels und des Pistills, noch nicht durchgreifend erscheinen können, so ist erklärlich, wie die *Laubmoosfrucht*, obwohl sie dem Wesen und Entstehungsgrund nach als *ein Blüthenreceptakel des gemeinen Axengebildes*, *jedoch als ein in erneuter Germination* aus dem Untergang verjüngt erzeugtes erscheint, dennoch einem *Pistill der Phanerogamen aufs täuschendste ähnlich ist*, so dass die beschreibende Botanik dieselben Theile an ihr wie an einem Pistill der Phanerogamen (Griffel, Narbe, Fruchtknopf) unterschieden und obwohl irrthümlich diese Theile denselben Gebilden des wahren Pistills gleichgestellt hat.

Zwar kommt die *blüthenreceptakelartige* Erscheinung der *Frucht* sowohl der Function als der äussern Form nach schon in frühern Kreisen, wie namentlich bei den Lebermoosen und Flechten vor. Allein diese unterscheiden sich im Allgemeinen wesentlich von der Laubmoosfrucht, dass sich in ihnen das Blüthenreceptakel noch nicht zur Pistill- und Fruchtartigkeit, worin schon die Innerlichkeit und Verschlossenheit vorherrscht, erheben konnte. Die Flechtenfrucht erscheint ursprünglich nur erst als die Anlage eines aufbrechenden Wurzelknollens oder Knotengebildes, was besonders klar auf der niedersten Stufe ihrer Bildung, in der Kernfrucht (apothecium clausum) erhellt und noch klarer bei dem knolligen Wesen der Pilze und Schwämme hervor-

tritt. In dem Axengebilde (Gestell der Flechtenfrucht) wird das Wurzelwesen gebunden, so dass es im Knollen (Frucht) theils in *Wurzelhaaren,* Fadenzellen oder Paraphysen der Flechtenfrucht, theils im *Embryozustande* aus der innerlichen Germination zum Zweck der Sporenbildung in den zwischen jenen leeren Fadenzellen befindlichen Mutterzellen der Sporen oder den Sporenschläuchen concentrirt wieder hervorgeht, wie man ja auch sonst im Gewächsreich Wurzelknollen findet, die beide Lebensmomente von wirklichen Würzelchen und von Wurzelwesen im Embryozustand oder von elementaren Keimansätzen haben u. wie sich diese zweiseitige Polarisation auch bei der Keimung solcher Knollen kund gibt. Hierin erscheint aber zugleich schon eine der Mooskapsel verwandte Grundlage, zumalen wenn man eine Verwandtschaft der Zähne der Moosthcca mit den Paraphysen der Apothecien zugibt, da ja auch im höhern Gewächsreich solche brakteenartig verkümmerte Blättchen, wie z. B. bei den Syngenesisten oder in der Spreu (palea) der Farne in nächster Verwandtschaft und im Uebergang aus Wurzelhaaren gefunden werden. So kann man diese Erscheinung auch eine erste Spur von Blüthen nennen, da die Zähne der Moostheca wie wir unten zeigen werden, durch ihr Papillenwesen ein Anfang zur petaloidischen Erscheinung sind und das Papillenwesen überhaupt wie das der Petalen insbesondere der allgemeinen Ernährungsfunction ursprünglich angehört, das man Wurzelpapillenwesen nennt.

Wir haben bei der allgemeinen Erörterung auf dem Eingange dieser Schrift dargethan, dass eben so sehr als im Receptakel der Beschluss, die Erschöpfung, ja der Untergang des gemeinen Axengebildes im Uebermaas der Reife eintritt, zugleich in

dessen Innerem durch Ueberreife oder *Regermination* eine *erneute Markproduktion* angeregt wird, in der die Vegetation die Aufgabe der erneuten Wiederherstellung des unter dem Receptakel untergegangenen Axenwesens vollfüht. Schon daraus ergibt sich, dass diese Erscheinung der Wiederherstellung der Axengebilde über dem Receptakel den verwandten Charakter haben muss mit jener unter demselben, also da jene wurzelknollenartig ist, das Receptakel und die Frucht aus einer Erhebung und organischen Umbildung und Metamorphose des Wurknollens erfolgt. Wie ferner in den niedersten Ordnungen (z. B. den Flechten) wie selbst noch bei den *Lebermoosen* die Axengebilde meist nur sehr schwach fadenartig und ohne innern Gehalt erscheinen, also noch *keine eigentlichen* Axengebilde sind und nur aus einem Verein von langgestreckten Zellen also gleichsam aus der Concentration und Bindung von gedehnten Wurzelfäden bestehen, so ist klar, dass diese Axenorgane gleichfalls aus der Grundlage des Wurzelwesens hervorgehen. In Analogie mit dem Charakter dieser Erscheinung beim *niedern* Axengebilde oder Stengel ist darum auch die Entstehung und Bildung der höhern oder des im Receptakel in der Erscheinung der Staubgefässe und Pistille wiederaufgehenden Axenwesens auch in solchen gedehnten *Wurzelfäden* als *Paraphysen* der Flechtenapothecien und als *Schleuderer* der Lebermoosfrucht vorbereitet und angelegt, die, obwohl nur theilweise, dann in der Laubmoosfrucht zuerst zu Stande kommt. Denn wie sich bei den *Laubmoosen* ein gemeines Axengebilde schon als Stengel mit innerlicher Pruduktion von eingeschlossenem Mark in einer geschlossenen Hülle ansetzt, wiewohl dieses nur

gering und die Grundlage des Stengels noch kein wahres Gefässbündel, sondern nur ein Kreis gefässartig verlängerter Zellen ist, so kann nun auch das Blüthenreceptakel in sich zur Regermination und erneuten vermehrten Produktion in Wiederherstellung der höhern Axengebilde aus dem Untergange übergehen. Darum kann hier zuerst ein *pistillartiges* Axengebilde, obwohl nur erst rudimentär und embryenartig ohne innern Gehalt in schwacher Bildung wie das gemeine Axengebilde, *über* dem Blüthenreceptakel erscheinen. Dies ist die *Mooscolumella* mit ihrer Scheibe auf der Spitze und mit dem Deckelchen, das wie eine ausgedehnte Basis der griffel- und narbenähnlichen Spitze erscheint. Wie im Blüthenreceptakel der Phanerogamen in Reaction gegen die Reife die Regermination von *Markaxengebilden* als *Staubgefässen* zuerst einkehrt, so entsteht auch hier über den Zustand der Reife hinaus eine innere Regermination und Entwicklung von reichlichem Zellgewebe und Mark, woraus die organischen Produkte in seinem Innern, wie insbesondere die Innenhaut, die Sporenproduktion und die Columella hervorgehen. Darin stimmt daher dieses Organ völlig mit der üppigen Produktion von *gelatinösem* Zellgewebe im Innern der *Frucht der Rhizokarpen* überein, welche gleichfalls ursprünglich nichts anderes als ein *Blüthenreceptakel* ist. Ja selbst das *Hymenium* (Sporenhaut, Schlauchschicht) der Pilze ist eine verwandte Produktion. Wie dort das Innere der Fruchthülle (Receptakel) mit einer aus *gelatinösen markartigen Zellen* gebildeten Membran ausgekleidet ist, so auch umkleidet das Innere der Mooskapsel eine sehr zarte feine schlauchartige Haut, welche die Sporen einschliesst. Ueber dieser kommt noch eine

lockere bald aus einer, bald aus mehreren Zellenschichten bestehende Hülle vor, welche mit der festen lederartigen Aussenhaut innig verwachsen ist.

Um die Wesenheit der *Laubmoosfrucht* gründlich zu verstehen, müssen wir ihre Entwicklungs- und Bildungsgeschichte von ihrem jugendlichen Zustand an verfolgen. Da die *Blüthen* des Gewächsreichs dem Wesen nach *Axenorgane* von *zweierlei* Art sind, welche als Staubgefässe in höchster Reife und als Pistille in Regermination und vermehrter Produktion stehen, so können auf dieser niedern Stufe noch nicht die vollen Erscheinungen derselben herrschen, sondern sich vielmehr nur erst *Ansätze* dazu erheben. Da hier noch die Aeusserlichkeit des Lebens vorherrscht, so erscheinen beide Blüthentheile zuerst noch in dem *allgemeinen* Ansatze aller Axengebilde über dem Receptakel *äusserlich* oder in sog. nakten äusserlichen *Samenknospen*, deren *niederste* Form die sogen. *Antheridien* der Moose sind. Wie diese hier Ansätze zu *äusserlich* erscheinenden Axengebilden sind, die wir als embryenartige Axengebilde in den sogen. Sporokarpien kennen lernen werden, so erscheinen sie auch *äusserlich*. Sie werden hier mit einem nicht unpassenden Worte *Antheridien* genannt, noch passender würde man sie vielleicht *Staminodien* nennen, wenn dieses Wort nicht schon für die verkümmerten Staubgefässe der Orchideen eingeführt wäre. Denn obgleich sie dem Wesen nach *äusserlich* erscheinende *Samenknospen* (sogen. Eilein) sind und wie diese aus einem gestielten zelligen Körperchen bestehen, das sich zu einer zelligen Hülle mit einer einfachen Zellenlage und einer grossen Centralzelle (Embryosack) umbildet, so enthalten sie dennoch erst nur *rudimentäre Ansätze*

zu den Staubgefässaxengebilden auf niederster Stufe, wozu sie sich denn auch im Fortschritt als Kapselchen der Lycopodiaceen erheben. Da sie somit noch keine wahren *Staubgefässaxengebilde* sind, sondern nur erst *anfängliche rudimentäre Ansätze* dazu, wie die *Samenknospen* (Eilein) der Phanerogamen als die *schwächste Axenbildung* der Pflanze erscheinen, so kann man sie auch noch nicht Staubgefässe oder Antheren nennen, wozu sie erst auf folgender Gradation in den *Lycopodiaceenkapselchen* zum Theil gelangen, sondern *Antheridien* oder äusserlich und nakt erscheinende *erste Samenknospen* des Gewächsreichs. Obwohl sie noch nicht bei dieser Aeusserlichkeit die Function der innerlichen Samenknospen haben können, so sind sie dennoch die *Vorbildung* dazu, da die Natur die Organe nur allmählig *stufenweise* entwickeln und ausbilden kann. Darum geht auch der *Fruchtansatz* der Moose durch eine *höhere* Entwicklung *aus diesem* Antheridium als *höhere Stufe* desselben hervor. In *demselben* Verhältnisse, welches die Samenknospe zur Spore oder dem Pollenkorn hat, steht der Fruchtansatz der Moose zur Samenknospe als Antheridium. Darum kann man ihnen aber noch *keine Antherenfunction* beimessen, wie dies von den meisten Botanikern gewagt wird. Sehr irrig werden daher die Antheridien Befruchtungskolben genannt und im Inhalt der Centralzelle (Embryosack) derselben sogen. Befruchtungsstoff*) vermuthet, den man als Fovillabläschen

*) Naiv sucht Bischoff (Lehrb. d Bot. II., S. 451) diese Befruchtung mit den Worten zu beweisen: „Wenn es noch nicht gelungen ist, die Art und Weise zu erforschen wie der befruchtende Inhalt der Schläuche auf den pistillähnlichen Fruchtanfang

bezeichnete. Es ist nur Inhalt von schleimigen und körnigen Bestandtheilen, die sich häufig bei den Laubmoosen auch zu fadenförmigen Körperchen, wie im Embryosack der Phanerogamen (wovon das Residuum Endosperm ist) obwohl noch nicht in der Ueppigkeit wie in den *Antheridienkügelchen der Characeen,* entwickeln.

Gehen wir aber noch etwas weiter auf die Entstehung und Bedeutung dieser sogen. *Antheridien* ein, so ergibt sich, dass sie, wie überhaupt die Axengebilde aus *wurzelartigen* Elementen, die in jenen gebunden werden, enstehen, was am klarsten die *Characeen* zeigen werden, schon in anfänglichen Spuren in den *Wurzelfäden (Paraphysen)* der Moose und Flechtenapothecien angelegt sind. Wie daher die Characeenfamilie in den ersten Arten mit einzelnen Zellen als Stengelgliedern beginnt und zu den Arten mit berindeten Stengelgliedern fortschreitet, da der Stengel wie alle Axengebilde auf dem Umfang zunimmt, eben so haben die Saftfäden (paraphyses) als gegliederte Haare nur eine Zellenreihe, (fast ähnlich wie die Reihen der Mutterzellen des

---

und zu dessen Fruchtkern gelangt, so spricht doch eben jenes Entleeren der Schläuche vor der Ausbildung der Frucht dafür, dass dieses geschehe.“ Es kann doch wohl nicht unbekannt sein, dass im Pflanzen- wie im Thierreich die ersten Anfänge und niedersten Anlagen der Organe nicht nur rudimentär und unvollständig erscheinen, sondern auch noch *ohne* wahrhafte organische Function sind, obwohl sich oft scheinbar ähnliche Vorgänge wie im ausgebildeten Organ zeigen. Denn das Entleeren *vor* der Ausbildung der Frucht kommt, wie beim Aufspringen der wirklichen Anthere und den Bewegungen der Staubgefässe überhaupt daher, dass dieses Organ schneller und früher seine Reife erlangt als jenes, ähnlich wie im Verhältnisse von Blatt und dessen Axillarknospe.

Pollens in den Antherenloculamenten) selten, wie die netzartig zelligen, mehrere nebeneinanderliegende Zellenreihen, während die Antheridien wie die berindeten Characeen schon zu einer Centralzelle (Schlauch, utriculus) in einer peripherischen zusammengesetzt zelligen Hülle fortschreiten. Sie haben also schon den *Gegensatz* von centraler, reifer, auflösender und peripherisch vermehrter, bindender Produktion in sich aufgenommen, der den Axengebilden im Allgemeinen eigenthümlich ist. Da aber die Paraphysen von den Hüllblättern abstammen, so ergibt sich, dass das Blattwesen *zuerst* in Wurzel- und Markwesen wieder untergeht, ehe daraus die Ansätze zu Gebilden der Fortpflanzungsgeschichte hervorgehen können.

Darum haben die Antheridien auch in ihrer innerlichen Germination und Produktion aus der Centralzelle die Bestimmung, das elementare Material vorzubereiten, aus welchem die Axenbildung der *Sporokarpienhüllen* hervorgeht. Wie daher in den sogenannten *Schleuderern* (elateres) der Lebermoosfrucht, die bald vereinzelt zwischen den Sporen vorkommen, bald am Mittelsäulchen, bald auf der innern Wandung der Fruchtklappen entspringen, die Grundlage der *Faserzellenschicht*, welche die innere Höhlung der Sporenbehälter des Equisetaceensporokarps und der Antherenvalveln auskleidet, vorbereitet ist, so erscheinen diese fadenförmigen Zellchen, welche aus den Cyloblasten des Utriculus des Antheridiums entwickelt werden, gleichsam wie *rudimentäre Ansätze* zu *solchen Schleuderern*, so dass sich darum auch im einzelnen Zellchen wie in der Schleudererzelle eine Spiralfiber von 2—3 Windungen zeigt, die lose liegend unter Wasser Bewegungen

macht, ja von manchen Botanikern sogar für ein Samenthierchen gehalten wurde, woraus auch das Mährchen von Befruchtungsstoff oder Fovilla entstanden zu sein scheint.

Da die Axenansätze der Staubgefässe bei den Moosen äusserliche Samenknospen sind, so muss der andere Theil der Blüthen auf dieselbe Weise wie bei den Phanerogamen, auch hier entstehen also in die *Pistillar- und Samennatur* fortschreiten. Damit kommt er in denselben Gegensatz, den das Pistill zum Staubgefäss zeigt. Er schreitet nämlich in die erneute innerliche Germination und vermehrte Produktion und Bildung fort. Wie die Staubgefässe und Pistille *zweierlei* Stufen haben, so zeigt sich *derselbe Fortschritt* auch hier in dem *Unterschiede* von *Samenknospen* als *Antheridien* und als sogen. *Fruchtanfängen* (Archegonien), die somit in diesem Gegensatze den Staubgefässen und Pistillen entsprechen. Denn wie die Samenknospen des Pistills anfänglich nur sehr schwache wärzchenartige Ansätze sind, die *nur* den nakten Kern (nucleus nudus) ohne die eigenthümliche Knospenhülle haben, und wie die *Staubgefässe* eben so sehr den Zustand der Reife und Schwäche im Vergleich mit dem Pistill enthalten, eben so erscheinen hier in demselben Zustande die nakten Samenknospen der Moose als *Antheridien.* Allein wie die Samenknospen der Phanerogamen nicht in diesem Zustande beharren, sondern in ihnen wie in den Pistillen eine erneute Germination und Entwicklung und vermehrte Produktion zumalen auf dem Umfange, wo die *Samenknospenhüllen* heranwachsen, einkehrt, so stehen in demselben Fortschritt die *Fruchtansätze (Archegonien)*, da auch in ihnen eine vermehrte Produktion nicht sowohl im Nucleus

als auf der Peripherie (wo überhaupt die Zunahme der Axengebilde vorzugsweise Statt hat), im Erscheinen der *Calyptra* einkehrt. Wie dieser Unterschied beider Blüthentheile auch verschiedene *Stufen* der Produktionskraft voraussetzt, so kommen beide Blüthentheile meistentheils auch gesondert auf verschiedenem Blüthenboden vor, wie in der sogen. *Monöcie* der Phanerogamen, da das Blüthenlager (eine kopf-, kolben- oder scheibenförmige Anschwellung des Astes) bald nur Antheridien (sogen. männliche Blüthen) bald nur Archegonien (sogen. weibliche Blüthen) enthält. Doch gibt es auch mit gemischten Blüthen (sogen. androgynische), welche der hermaphroditischen Blume der Phanerogamen entsprechen. Denn keineswegs erscheinen es sog. Inflorescenzen wie beim Blüthenkopf der Syngenesie zu sein, sondern schon Blumen mit Blüthen, worin die gemeinschaftlichen Hüllen um die Blüthen (anthodium) der Blüthendecke der Phanerogamen entsprechen. Daher entwickelt sich auch in solchen Blumen wie in der Blume der Phanerogamen hauptsächlich der centralstehende Fruchtanfang (seltener 2) zur sogen. Frucht, indem dieser in der Centralität wie das Pistill der Phanerogamen stärkeren Trieb der Produktion enthält als jene auf der Peripherie. Denn da auf dieser Lebensstufe auch in diesem Gebilde noch die Reife vorherrscht, so kann die Einheit der Gesammtheit in *einem* Pistill eben so wenig als im Allgemeinen in dem Staubgefässkranz erreicht werden, da das Gebilde in Theile schon ursprünglich zerfallen ist. Das Pistill erscheint noch wie das Verstäubungsorgan in seinen Theilen und ist somit auch der Erscheinung der Staubgefässe noch näher verwandt. Da demnach das Ganze in der Gesammtheit der Theile liegt,

so enthält jeder Fruchtanfang auch nur den kleinsten Theil des Ganzen und darum auch nur *eine* Samenknospe, die überdies ursprünglich von dem Pistill oder der Calyptra kaum streng geschieden ist.

Die *Entwicklung des Moospistills (Archegonium) zur Frucht* hat noch den Zustand vorherrschender Aeusserlichkeit und Reife, so dass die *wahre* Frucht der Phanerogamen mit dem Zustande höherer Innerlichkeit noch nicht völlig erreicht werden kann. Darum entwickeln sich diese Gebilde vorzugsweise im Charakter und in der Erscheinung der Axengebilde, bei denen die Hüllenbildung nur erst schwach ist. Wie das Pistill nur *eine* Samenknospe enthält, so kann auch nur *ein* Embryo daraus entwickelt werden. Dies ist das Axengebilde der *Mooscolumella,* welche aber, wie oben bemerkt wurde, als rudimentäres Pistill erscheint, wenn man die Mooskapsel im Gesichtspunkte ihrer receptakelartigen Natur betrachtet. Aber auch das Pistill selbst und die Samenknospe entwickeln sich in dem Fortschritt zur Fruchtbildung als Axenorgane. Dem ersten entspricht die Haube (Calyptra) sammt dem Scheidchen (vaginula) und dessen Stiel, die ursprünglich alle 3 eins waren und zusammenhingen, der zweiten in ihrer Entwicklung gehört die Seta mit der Mooskapsel an. Da die *Calyptra* pistillartig ist und sich zur *Fruchthülle,* zum *Perikarp* entwickelt, so nimmt sie auch den Typus der Erscheinung des durch Regermination und Uebereife entstehenden Pistills der Phanerogamen an und zieht sich auf der Spitze zu einem griffelartigen Fortsatze eng zusammen, so dass sie darum auch *griffeltragende Fruchtknopfdecke* (epigonium styliferum) genannt wird. Da das Pistill aber auch

blüthenreceptakelartig erscheint, so kann die Calyptra überhaupt ein blüthenreceptakelartiges Axengebilde genannt werden, das vorzugsweise noch in Reife und Schwäche steht. In dieser Hinsicht entspricht die Calyptra auch jener so räthselhaft erscheinenden meist fleischartigen, nicht selten hautartigen Decke, welche den Strunk und Hut des jungen *Pilzes* bei seiner Entstehung meist in Form eines Sackes völlig einschliesst, ja dem Strunk oft eng anliegt und *Schleier* (Velum) genannt wird, wie nicht minder dem sogen. Deckhäutchen der Flechtenfrucht bei Peltigera u. s. w. Auch diese Decke hat dieselbe Lebensgeschichte, Bedeutung und Function der Calyptra, so dass sie, nachdem sie der in verjüngter Germination sich ansetzenden Pflanze, die bei den Pilzen gleichfalls vorzugsweise als Gebilde der Reife und Fruchtbildung erscheint, zum Schutze gedient hat, durch das sich vergrössernde schnell heranwachsende Gebilde aufgerissen und durchbrochen oder von seiner Basis abgerissen wird, so dass ein Theil als sackförmige Scheide an der Basis zurückbleibt (Wulsthaut, volva genannt) der andere wie es auch mit der Calyptra der Moose meistentheils geschieht, die ausgebildete Frucht noch bedeckt und am Hutrand als Ring (annulus) oder Vorhang (cortina) zu erkennen ist. Da die Axengebilde der Flechten und Pilze zugleich Blüthen sind, so erscheint dieses Gebilde des Schleiers als blüthenartige Grundlage und somit auch als ursprünglich horizontal ausgebreiteter *Thallus der Flechten,* der sich dort schon oft, wie bei den Cladonien u. s. w. der thallus foliaceus, frei und in vertikaler Richtung vom Boden erhebt, also in eine dem Zustand des Schleiers ähnliche Erscheinung

übergeht. Ja wie der Thallus der Flechten aus einer doppelten, einer Cortical- und Medullarschichte zusammengesetzt ist, so ist diese Pilzdecke gleichfalls oft doppelt. Es könnte demgemäss die Calyptra wie das Velum sogar auch mit einer die Blüthen einhüllenden Spatha oder Blüthenscheide der Monocotyledoneen verglichen werden.

Diese Thallusnatur der Calyptra führt uns aber auch zu dem blatt- und thallusartigen Proembryo der *Farne, Keimblatt* genannt. Denn da in den Rhizokarpen und Moosen der Embryo noch an die Erscheinung von Keimpflänzchen der Akotylen grenzt, da er sich nicht im wahren *ruhenden* Knospen- und Embryozustand ansetzen kann, so sinkt auch die Frucht hier noch in Angrenzung an den äussern Zustand des Proembryos und Keimhügels zurück, aus dem die Keimpflänzchen hervorgehen. In diesem Zusammenhang ist zugleich verständlich, wie der Entwicklung der Keimpflänzchen der Farne auf dem Keimblatt derselben *Antheridien* oder äusserliche nakte *Samenknospen* wie die der Moose vorausgehen. Diese sind nur wenig von denen der Moose verschieden, kugelig, ungestielt und sitzen am Rande und auf der obern Fläche des Keimblattes.

Das nächste und mit der Calyptra *ursprünglich innigst zusammenhängende* Gebilde ist das sogen. *Scheidchen* (vaginula), jenes meist walzenförmige oder wulstige oben offene Gebilde, welches sich unmittelbar aus dem Blüthenlager spindelförmig, ja oft auf einem langen *Stiel* erhebt und in seinem obern *ausgehöhlt röhrigen* Theile den eigentlichen Träger des Sporenbehälters, die *Borste* oder *Seta,* einschliesst, die aus ihm hervorwächst. Da die Fruchtknopfdecke oder Calyptra ursprünglich mit

dem Scheidchen *eins* ist, so wird sie zwar oft, ohne eine besondere hautartige Spur zurück zu lassen, von dem Scheidchen am Grunde abgerissen. Nicht selten aber tritt noch ein ringförmiger hautartiger Fortsatz des Scheidchens als ursprünglicher Grund der Calyptra hervor, ringförmiges Häutchen oder Scheidchenhaut (membrana vaginularis) genannt. Durch diese Erscheinung wird die oben dargestellte Natur der Calyptra als *blüthenreceptakelartiges* Axengebilde, das hier, wo Blüthenreceptakel und Pistill noch indifferent erscheinen, pistillartig geschlossen ist, noch verständlicher. Denn obwohl das Scheidchen meist eingesenkt und ohne stielartige Verlängerung seiner Basis erscheint, so kommt es doch auch oft auf einem nakten längern oder kürzern meist sehr schnell wie Pistille in verjüngter Erscheinung aufschiessenden *Scheidchenstiel* (stipes vaginularis) vor, der oben, wie Carpelle, röhrig wird und allmählig ohne Absatz in die Scheidchenform übergeht, daher von der Scheidchensubstanz gar nicht verschieden ist. Hier haben wir also noch die *Grundlage des Axengebildes*, zu dem die Calyptra mit dem Scheidchen, die beide ursprünglich *eins* sind, als Blüthenreceptakel oder Perikarp gehört.

Aus dem Centrum dieses Blüthenreceptakels erhebt sich im Innersten desselben die *Borste oder Seta* mit der sogen. Fruchtkapsel auf ihrer Spitze wie eine *Wiederholung* desselben als ein durch erneute Germination und verjüngte Ansetzung im Innern entstehendes und, ohne im ruhenden Knospenzustand zu beharren, *schnell* beim Entstehen wie alle Axengebilde über dem Blüthenreceptakel auswachsendes Axengebilde, welches der in *Entwicklung*

fortgeschrittenen Samenknospe und Samenschale der Phanerogamen entspricht und diesem Gebilde in seiner Erscheinung bei den Rhizokarpen ähnlich ist. Wie die Calyptra mit dem Scheidchen und Stiel blüthenreceptakelartig erscheint, so geht die Seta mit der Kapsel wie ein Pistill aus dem Centrum jenes vorausgehenden Axengebildes hervor, so dass es keine unmittelbare Fortsetzung ist. Wie aber hier diese Axenorgane noch mit einander nächst verwandt und fast indifferent erscheinen, so ist auch die Wesenheit dieses neu in dem vorausgehenden aufgehenden Axengebilde blüthenreceptalartig, wie die *Sporenbehälter der Farne* und die entwickelten Samenknospen der Phanerogamen. Wie bei der Entwicklung des Rhizokarpenembryos sich am Klarsten zeigt, tritt die *Samenknospe* in ihrer entwickelten Gestalt nicht nur im Wesen eines receptakelartigen Axengebildes auf, sondern auch vorzugsweise äusserlich, da das Eilein sich dort sogar von der Mutterpflanze trennt. Statt sich in Samenschalen zu entwickeln, welche den Embryo fest verschliessen, bilden sich die Kernwarzen der Rhizokarpensamenknospen zu dünnwandigen Säckchen aus, die frühzeitig vom Embryo bei seiner Vergrösserung auf ihrer Spitze durchbrochen werden. Als solche *Samenschale* wie das *Kapselchen der Farne* erscheint die *Kapsel* der Laubmoosfrucht, welche an ihrer Spitze vom Embryo, der als Columella ein wurzelknollenartig verdicktes Axenstück ist, durchbrochen wird und darum dort mit ihm oft innig zusammenhängt, so dass hier Samenschale und Embryo noch *ein* organisches Ganze zusammen ausmachen.

Wie die Frucht der Phanerogamen vom Pistill bis zum Embryo eine lebendige Fortpflanzungsgeschichte von Axenorganen aus Axenorganen ist,

worin diese gleichsam wie ineinander eingeschachtelt vorkommen, so ist auch diese entwickelte Samenknospe als Samenhülle ein solches Axengebilde mit hüllen- und receptakelartiger Spitze. Denn da auf dieser Stufe die höhere Fruchtreife mit dem Uebermaas von Expansion, welches bei der Entwicklung der Samenknospen der Phanerogamen herrscht und das ganze Gebilde zur blattartigen Gestalt erweitert, noch mangelt, so kann hier auch noch nicht die wahre blattartige Natur der Samenschale erfolgen, sondern die wahre ursprüngliche Natur des Axengebildes mit receptakelartiger Spitze bleibt erhalten, ohne in die höhere Reife und Reaction dagegen durch innigere Verschliessung in blattartiger Schale überzugehen. Wie hier die Metamorphose durch das Lebensprincip der reifen receptakelartigen Erscheinung der Axenorgane herrscht, so hat selbst der Embryo als Mooscolumella noch diese Wesenheit, da das Queerfell (epiphragma) auf dessen Spitze, wie die Scheibe des Sporokarps der Equisetaceen, welche die Sporensäckchen trägt, eine solche receptakelartige Ausbreitung ist. Diese receptakelartig ausgebreitete Spitze darf daher auch der in eine flache Scheibe ausgedehnten Spitze des stielartigen Axengebildes oder Embryo's von Salvinia gleichgestellt werden, bei welcher sich die Knospe des Embryo's bildet. Ja wir glauben allen Grund zur Behauptung zu haben, dass dieses receptakelartig expandirte Gebilde die erste Grundlage der Erscheinung des sogen. *Cotyledonarkörpers* des Embryo's vorstellt, wie ja auch noch der Cotyledon der Gräser u. a. nur ein Schildchen auf der Spitze des Embryo's ist. Doch kann sich in der Columella der Moosfrucht als Embryo noch keine Embryonalknospe ansetzen,

ausser man müsste den griffelartigen Fortsatz, das *Deckelchen* (Operculum) für eine solche *Gipfelknospe* halten wollen, da sich ja auch ursprünglich beim Embryo der Phanerogamen die Embryoknospe (Blattfederchen, plumula) als eine *Terminalknospe* ansetzt.

Wir haben schon im Eingange dieser Schrift erwähnt, in welcher reichlichen Fülle gegen das in der Samenknospe herrschende Reifeübermaas die Vegetation für erneute Ernährung und vermehrte Reproduktion in Wiederherstellung grösserer Innerlichkeit durch Heranwachsen der sogen. Samenknospenhülle sorgt. Diese wird oft sehr dick, stark und hart, ja sie erlangt manche Auswüchse, wie B. Anhänge der Samennaht, Kamm (crista), Flügel (alæ), Leisten, Warzen, und selbst einen Haarschopf (coma) wie z. B. bei Asclepiadeen. Aber auch der Samenknospenträger geht oft in erneutes Wachsthum und üppige Vermehrung. Insbesondere kommt darum sehr häufig jene bekannte Verdickung oder weite Ausbreitung des Samenstrangs unterhalb der Stelle, wo er in den Samen eintritt, vor, die man *Samenmantel*, *Samenumschlag* oder *Samendecke* (arillus) nennt, welche den Samen mehr oder weniger umgibt, ohne mit ihm verwachsen zu sein. Auch das *Samenschwammwülstchen, Nabelwulstchen* oder *Nabeldecke* (strophiolum) u. dergl. Anhängsel und Auswüchse gehören hieher. Solcher Natur ist auch der sogen. *Ansatz* (apophysis) der *Borste*, jene verdickte Erweiterung und Anschwellung derselben, ehe sie in die Mooskapsel übergeht. Da der Ansatz ein arillusartiges Gebilde ist, so kommt er darum auch eben so mannigfaltig vor. Denn bald ist er bauchig erweitert, kugel-, knopf- oder kropfförmig,

bald sogar schirmförmig in eine flache oder gewölbte dünne Scheibe ausgebreitet wie zumalen bei Arten von Splachnum, nicht selten ist er aber nur eine schwache, kürzere oder längere Verdickung des Fruchtstiels und wird *Hals* (collum) genannt.

Im Innern der Samen entwickelt sich ausser dem Embryo (hier Columella) auch Mark oder Endosperm. Auch dieses erscheint hier in der Form eines Axenorgans mit receptakelartiger Ausbreitung der Spitze, da sich in der Borste ein centraler strangförmiger Theil der Substanz zum Stielchen (stipellus) der Innenhaut der Moosbüchse ausbildet. Wie aber in Bezug auf die receptakelartige Natur der Seta mit der Moosbüchse die Mooscolumella als ein centrales pistillartiges Axengebilde erscheint, so stellt dieser *Stipellus mit der* die innere Wand der Büchse wie das gelatinöse Zellgewebe der Rhizokarpenfrucht auskleidenden *Innenhaut* ein erstes rudimentäres *Androphorum* oder einen zusammenhängenden Staubgefässkranz ohne Verstäubungskeime vor. Auch in dieser Erscheinung ist schon ersichtlich wie der Staubgefässkranz ursprünglich als einfaches Axenorgan in der Einheit erscheint und wie ursprünglich derselbe ein *Markkegelmantel* oder *Markcylinder* ist. Zwischen der Innenhaut und der Columella herrscht die Sporenentwickung. Diese ist somit hier weder wie im Sporokarp der Equisetaceen in die Columella noch in das Innere des eigentlichen Staubgefässes in besondere Säckchen des Androphorums aufgenommen, sondern, da die eigentlichen Blüthen erst in der folgenden Ordnung sich zur Selbstständigkeit ausbilden, so liegen die Mutterzellen mit der Sporenproduktion noch wie in der vorausgehenden Lebensgeschichte, in der allgemeinen blüthenreceptakelartigen Hülle

und ihre Fassung in eigenthümlichen selbstständigen Hüllchen ist noch nicht eingekehrt. Die Columella ist darum auch nur erst ein rudimentärer Embryo ohne Gehalt von Knospenwesen für eine erneute Axenbildung, welche sonst beim Embryo der Phanerogamen vorkommt. Man kann darum behaupten, die Columella der Laubmoosfrucht sei ein rudimentäres axenartiges Blüthenorgan, ohne noch Fortpflanzungskeime in sich zu enthalten und sie daher einem *leeren centralen Spermophorum* oder einer *leeren Placenta der Phanerogamen* gleichstellen, die erst in der *folgenden* Geschichte als Spindel der Fruchtähre der *Lycopodiaceen* und Sporokarp der *Equisetaceen* eine Produktion von *Samen* oder *zusammengesetztzelligen Sporenbehältern* erlangt. Nur in diesem Gesichtspunkte könnte man auch von der Mooskapsel als von einer Fruchthülle mit Karpellartigkeit reden.

Da der Embryo der Phanerogamen, weil die Samenknospe blüthenreceptakelartig ist, ursprünglich im Wesen und Typus eines Pistills durch Regermination und erneute höhere Produktion erscheint, so ist auch die Mooscolumella dem Wesen nach *Embryo und Pistill* zugleich, wie ihre Hülle Blüthenreceptakel und Samenschale zugleich ist. Denn das *erste* im Gewächsreich erscheinde Pistill muss als *embryenartiges Axenorgan* auftreten. Wie aber das Pistill bei, seiner übergrossen Reife, Regermination und Entäusserung in Entwicklung ursprünglich gehaltlos ist und seinen Gehalt in Samenerscheinung erst später durch die Germination des Pollenschlauchs in ihm erhält, so erlangt die Columella oder das centraleSpermophorum auch erst in den Lycopodiaceen und Equisetaceen ihre Samen, indem sie zur niedern Erscheinung zurücksinkt und Sporokarp oder Staubge-

fäss (Spindel, Filament oder Connectiv mit Antherenloculamenten) wird. Hier durchdringen sich somit die Lebensmomente der Blüthen wieder, welche in der Mooscolumella und der Innenhaut mit den Mutterzellen der Sporen sich noch entgegengesetzt sind wie die Blüthen der Moose selbst in Antheridien und Archegonien und wie die der Characeen in Früchten und Staubkügelchen. Daher tritt in der Wiederherstellung des Axengebildes durch Regermination aus dem Untergang die Erscheinung dieser centralen Placenta der *Columella* oder des *Mittelsäulchens* der Moosfrucht erst als ein *Anfang* ein. Diese Columella erscheint daher als erster rudimentärer Ansatz eines *Pistills* in der Centralität der Moosfrucht als eines Blüthenreceptakels oder was *hier* dasselbe ist, als Ansatz eines *Embryo's* für das *Staubgefäss*. Denn bei den Equisetaceen wird ein wirkliches Sporokarp (Staubgefäss) daraus, das sich in den Rhizokarpen pistillartig entwickelt. Karpelle und Staubgefässe gehen ja auch noch bei den Phanerogamen häufig ineinander über. Sie reicht im Allgemeinen von dem Grunde der Innenhaut bis in die Spitze des Deckelchens. Dass die Mooscolumella wie jedes Pistill ein auf die höhere gesteigerte Reife der Receptakelerscheinung nachfolgende in Regermination verjüngte Wiederherstellung des Axengebildes ist, beweist auch ihr erstes Vorkommen auf dieser Stufe, indem sie in der Lebermoosfrucht, wo zwar sehr hohe Reife, aber diese Ueberreife noch nicht herrscht und die Triebe der niedern Vegetation noch in grünendem Blattwesen und reichlich wachsendem Material der Produktion stehen, nur sehr selten erscheint, wie z. B. nur in Anthoceros, Jungermannia epiphylla, Monoclea, und auch hier nur erst in sehr

schwachen Spuren, so dass sie nur sehr kurz oder wo sie länger vorkommt, nur sehr dünn ist. In den Lebermoosen ist also die Vegetation auf der Spitze noch nicht auf den letzten Keimgrund der Reife zurückgesunken, worin die niedere Vegetation ganz untergeht, so dass daraus eine erneute Germination über das gemeinsame Axengebilde hinaus hervorgehe. Dieser Keimzustand tritt vollkommen erst mit der Reife der Axe der Laubmoose ein, so dass darum die Columella auch aus einer markartigen Zellenmasse entsteht, welche meistens die Höhle des Blüthenreceptakels oder Fruchtansatzes ganz ausfüllt. Daher wird auch hier erst diese Wiederherstellung der Axe aus dem Untergang in Reife durch die Regermination in der Columella *allgemein*, wovon es nur seltene Ausnahmen gibt, wie z. B. Archidium. Doch auch hier ist der Anfang dazu in einer Parthie von Zellgewebe im Centrum der Kapsel gemacht.

Beweist auch diese Allgemeinheit schon, dass die Columella hier kein zufälliges in der organischen Oekonomie müssiges bedeutungsloses, sondern ein im Wesen des Pflanzenbegriffs begründetes und für die organische Erscheinung des Ganzen nothwendiges Gebilde ist, wie die Lebensgeschichte der Equisetaceen und Rhizokarpen zeigen wird, so erscheint dennoch diese erste Grundlage des Pistills als Columella bei den Moosen noch ohne organische Function, daher ohne innere Gliederung und Abtheilung in Räume, ohne innere Produktion, also namentlich noch ohne Bildung von Samenknospen, obwohl sie innen solid ist und nur selten gegen die Zeit der Sporenreife hin, wie z. B. in manchen Buxbaumien bauchig weit und hohl wird. Daher schrumpft sie auch als ein rudimentäres schon ursprünglich reifes

Gebilde, das beim Mangel an innerer Produktion auch noch keine Gefässe und nur ein gleichmässiges Zellengewebe hat, in sich selbst wie ein absterbendes sich nicht zur Frucht entwickelndes Pistill oft sogleich nach dem Ausstreuen der Sporen aus der Kapsel zusammen oder vertrocknet. Ja es verschwindet dabei manchmal fast gänzlich, wie z. B. bei Sphagnum. Auch fängt diese Zusammenschrumpfung, ähnlich wie im Allgemeinen das Pistill von oben her in Reife geht und der Griffel zuerst auch bei denen, die in Fruchtbildung aus dem Germen fortschreiten, abstirbt und verschrumpft oder abfällt, gleichfalls oben an und schreitet nach unten hin fort. Zahlreicher sind jedoch die Fälle, in denen das Säulchen in der Kapsel stehen bleibt und sogar nicht selten in bedeutender Grösse über das Peristom hervorragt. Diese Columella ist überhaupt ein Axengebild, dessen Spitze durch die Reife im Sprossen erschöpft, ja sogar scheibenförmig expandirt ist. Diese expandirte Spitze des Säulchens ist das bekannte *Querfell* oder *Zwerchfell* (epiphragma), welches quer über die Mündung des Besatzes gespannt, diese überdeckt. Doch gibt es auch Fälle, in denen es mit dem Deckelchen verwachsen ist, so dass dieses in der Reife über ihm hängen bleibt oder auch in andern Fällen der obere Theil desselben mit dem Deckelchen verbunden abreisst und mit diesem abfällt. Diese innigste Verbindung des Deckelchens und des Säulchens gibt zugleich einen weitern Beleg zu der oben schon auseinandergesetzten Darstellung, nach welcher nicht das Säulchen allein, sondern auch diese Spitze ein in dem Receptakelcentrum durch erneute Germination pistillartig erzeugtes Organ mit derselben griffelartigen, schwachen, leicht vergänglichen

Fortsetzung auf der Spitze ist, wie das Pistill der Phanerogamen. Da aber beide, sowohl das in der Centralität stehende Pistill als das peripherische Blüthenreceptakel hier noch als geschlossene Axengebilde erscheinen, welche wie die Axengebilde überhaupt den Trieb zur Bindung und Einigung der Spitze haben, so muss das Pistill die Spitze des nach oben noch zusammengezogenen Receptakels durchbrechen, so dass beide noch unmittelbar mit einander zusammenhängen und diese Spitze wie namentlich das Deckelchen ein beiden gemeinschaftlich angehöriges Gebilde ist, wie es auch mit beiden in unmittelbarer Verbindung und Fortsetzung steht. Hieraus tritt noch klarer hervor, wie die Laubmoosfrucht ein zwischen Blüthenreceptakel des gemeinen Axengebildes und wahrer Frucht indifferentes Gebilde ist, da auch in der Entstehung und Bildung derselben ein Mittelzustand erscheint, worin sie weder durchaus unmittelbare Fortsetzung des gemeinen Axengebildes noch auch rein nur aus Regermination und verjüngter Bildung hervorgegangen ist, sondern niedere und höhere Vegetation unmittelbar ineinanderfliessen.

Derselbe allgemeine Erscheinungscharakter, welcher sich im Ganzen kund gibt, ist auch in den Elementarorganen der Zusammensetzung der *Zähne* und des *Mündungsbesatzes* (peristomium) herrschend. Das Geheimniss der Laubmoosfrucht liegt nämlich darin, dass die Blüthen indifferent im Wesen und Typus des Blüthenreceptakels der Kotyledoneen erscheinen. Da hier die Vegetation noch nicht in dem diesen höhern Organen eigenthümlichen *Gegensatze* erscheinen kann, so stehen diese Gebilde, die ohnehin auch im übrigen Gewächsreich sehr

nahe Verwandtschaft unter einander haben, fast noch in *Indifferenz*, wie in der Frucht der *Rhizokarpen*, wo jedoch der *Gegensatz* beider sich schon stärker als hier erheben kann. Die höhere Produktion sinkt daher in die Natur der niedern zurück oder vielmehr die niedere entwickelt sich erst aus der Indifferenz im Charakter der höhern, den sie bei ihrer Abhängigkeit von aussen nicht völlig behaupten kann. Somit erscheinen in der Kapsel der Laubmoose ähnliche jedoch rudimentäre blüthenartige Produkte wie im höhern Gewächsreich in dem Blüthenreceptakel. So erscheint darum auch das Blüthenreceptakel der Phanerogamen fast in der Natur und Wesenheit des Samens, so dass selbst wie wir unten noch gründlicher erörtern werden, die Sporokarpien und Staubgefässe *embryenartige* Axenorgane sind. Zwar herrscht die Indifferenz zwischen niederer und höherer Vegetation auch schon im Blüthenreceptakel der Lebermoose, Flechten, Pilze und dergl. Allein hier ist der grosse Unterschied, dass ungeachtet dieser Indifferenz dennoch der Charakter des eigentlichen Blüthenreceptakels mit seinem Zustande *vorherrschender Reife und Entäusserung* überwiegt, dagegen im Laubmoosreceptakel die *Pistillartigkeit* mit dem Charakter der *Innerlichkeit* und Verschlossenheit, die Reaction gegen die Reife, also die Uebereife und Regermination, die sich verjüngt ansetzende Axenbildung vorherrscht. Denn das Blüthenreceptakel wird dadurch wie die Samenknospe und der Same und das Pistill überhaupt zu einem Organ, in dem die Vegetation der Axengebilde unter — und die erneute höhere Axenvegetation in höherer Stufe der Bildung aufgeht. Da nun in den Laubmoosfrüchten beide Lebensmomente unmittelbar in einem

indifferenten Gebilde zusammentreffen und sich durchdringen, was wir in höherer Gradation auch bei den Rhizokarpen nachweisen werden, so dass Untergang des niedern Axengebildes im Blüthenreceptakel und Wiederaufgang in verjüngter Erscheinung zugleich und eins ist, so muss das Receptakel wie ein Same als ein in Regermination wiederverjüngtes Axengebilde pistillartig, d. h. im Typus des Pistills der Phanerogamen, erscheinen. Indem nämlich die Reife im *Lebermoosreceptakel* mit der Herrschaft des Entäusserungs- und Expansionstriebes höher steigt, so dass der Gehalt und die materielle Grundlage leidet und erschöpft wird, so tritt damit eine Gefahr der Erhaltung, ein Nothstand der Vegetation ein, gegen welchen die Reaction des Erhaltungstriebes im Streben, die Keimgrundlage zu sichern, einkehren muss. Diess geschieht durch *Umkehrung* der Lebensgeschichte aus dem Zustande der vorherrschenden Entäusserung und der Hingebung an die Blattexpansion und an die Offenheit, welche noch vorzugsweise in dem Blüthenreceptakel (Frucht) der Lebermoose herrscht, ins entgegengesetzte Lebensmoment der vorherrschenden Innerlichkeit u. Verschlossenheit der *Laubmoosfrucht,* worin das Material zur innerlichen Germination zurückgehalten wird, fast ähnlich wie wir schon oben gesehen haben, dass in dieser Beschränkung des Vermehrungs- und Entäusserungstriebes der üppigsten Blattexpansion beim Uebergange aus den Fucoideen und Florideen in die Lebermoose der Rückzug des Materials zur Innerlichkeit und der Anhalt gegen die Entäusserung im Blattwesen die Produktion des Stengels der Moose zur Folge hatte. Darum erscheint auch in dem Zellgewebe der *Zähne* wie in der Mooskapsel überhaupt eben so sehr die

Natur der Reife und Verzehrung als der Wiederansatz des vermehrten Materials im Wechsel, da dieses Grundlage für vermehrte Produktion in höherer Gradation über die Receptakelerscheinung hinaus in der folgenden Lebensgeschichte wird. Dahin gehört vor Allem die Erscheinung, dass dieses Zellgewebe wie zumalen in den Zähnen oft, da sie ja vom Markwesen stammen und verwandten Charakter in sich tragen, eben so sehr durchlöchert, zerrissen, ja sogar siebartig durchstossen und gegittert erscheint als die einzelnen Zellen derb und übermässig verdickt sind und dass im Innern der Frucht eben so sehr Zerreissung der Zellen und Auflösung des webenden Wachsthums als Vertrocknung und Verschrumpfung der Zellen vorkommt. Insbesondere ist die Haut des innern Besatzes aus den Resten zerrissener Zellenmembranen zusammengesetzt und darin einestheils die Reife in Auflösung, anderntheils die Wiedereinkehr der Bindung zum Gewebe unverkennbar. Die Wirkung des Bindungstriebes ist aber ausserdem vorzüglich auch in jenen querbalkenartig erscheinenden Zellen wahrnehmbar, welche bei den Zähnen des innern Besatzes zwar nur sehr selten, bei denen des äussern Besatzes aber sehr oft vorkommen. Dadurch entsteht das treppen- und leiterförmige Aussehen so vieler Zähne derselben, welches seinen Grund in demselben Lebenssatz des *absatzweise* vor sich gehenden Sprossens hat, wie in den sich wiederholenden erneuernden Gipfeltrieben der Akotylen überhaupt, da eben so sehr als Reife und Untergang einerseits, auch die Wiederherstellung in vermehrter materieller Grundlage andererseits zugleich einkehrt, so dass beide Erscheinungen im *Wechsel* des Proliferirens stehen, wie die Blättchenpaare im

gefiederten Blatte zeigen oder das Sprossen der Stengelglieder in den Axengebilden der Equisetaceen u. s. w.

In dieser Einkehr des erneuten Sprossens des Gewebes der leiterförmigen Zellen liegt daher auch der Ansatz der materiellen Grundlage, woraus durch Regermination und erneute Entwicklung das Wesen der gemeinen Axengebilde hervorgeht, das aus der Gefässbildung erfolgt, die darum zuerst im Gewächsreich in Gefässbündeln bei den folgenden Kreisen herrschend wird. Denn die Gefässbündel, welche die Grundlage der gemeinen Axengebilde ausmachen, entstehen aus regelmässig angeordneten Reihen reifer Zellen, dergleichen hier in der Mooskapsel angelegt sind, durch Regermination und erneute Entwicklung aus dem Keimzustande der reifen Elemente. Denn dass diese Zellen im Zustande der Reife stehen, beweist auch ihre Erstarrung und die Ablagerung der Verdickungsschichte im Innern. Darum kommen die Zellen, ja hier und da die Spitzen der Zähne, als gewundene Fäden vor, da die Ablagerungsschichte spiralig ist. Diese Zähne beweisen somit, dass, wie das webende Wachsthum und Sprossen des gemeinen Axengebildes im Blüthenreceptakel untergeht, zugleich die Keimgrundlage in erneutem Sprossen zum Wiederaufgang des Axengebildes im verjüngten Zustande in Gefässbündeln einkehrt, die in diesem Verein von Zellenreihen mit Sprossen in Treppenform angelegt sind.

Allein diese warzenförmigen Verdickungen der Zellenwände erscheinen auch als Anlagen zur Papillenerscheinung der Blumenblättchen der Phanerogamen und somit auch als erster Ansatz zum Blumenorgan der Vegetation und da dieses aus dem Blüthenreceptakel stammt als Anlage

zu den Receptakelchen oder Kapselchen (zusammengesetzt zelligen Sporangien) der *Lycopodiaceen* und der sechsten und siebenten Ordnung dieser Klasse überhaupt. Daher stimmen diese Gebilde auch so sehr mit dem ächten Ringe der Farnsporenbehälter überein, da sie, wie die Blumen (Petalen) Staubgefässe sind, in denen die Reife und der Aufbruch so sehr herrscht, dass keine Hülle und kein Gehalt erzeugt werden kann, als erste Ansätze von zusammengesetztzelligen Sporenbehältern erscheinen, die aber im Reifeübermaas rudimentär bleiben und keine vollständige Hülle bilden und keinen Gehalt erlangen können. Wie die Blumen und Staubgefässe der Phanerogamen auf dem innern peripherischen Rande entspringen, so stehen auch diese Zähne als rudimentäre Blumenblättchen an derselben Stelle der Mooskapsel als Blüthenreceptakel. Da aber die Blumenblättchen die niederste Erscheinung von Staubgefässen sind, welche im Uebermaas der Reife die Innerlichkeit und Axenartigkeit der Staubgefässe nicht erreichen konnten und darum der Entäusserung und Keimlosigkeit in Expansion anheimfallen, so ist auch in dem Sprossen und der materiellen Anlage zur Axenartigkeit in den Mooszähnen ein Anfang zur ersten Ansetzung der Staubgefässaxen zu erkennen. Allein da hier die Reife und Erschöpfung noch so sehr vorherrscht, so kann auch noch nicht einmal der innere Kreis von Zähnen, der innere Besatz, sich zur Axenbildung der Staubgefässe erheben, wie es doch gewöhnlich bei den Phanerogamen geschieht, da nur der äusserste Kreis von Staubgefässen der Expansion zu Petalen angehört. So ist auch in dieser Erscheinung leicht die Natur der Moosfrucht als eines Blüthenreceptakels zu erkennen,

in dem die niedere Axenbildung mit ihrer äusserlichen Vegetation (Frucht der Lebermoose) untergeht, während die höhere in ihren ersten Ansätzen in ihm innerlich sich zeigt, die dann in den folgenden Kreisen entwickelt und ausgebildet werden.

Da in den Zähnen der Mooskapsel somit der Charakter der höhern, insbesondere petaloidischen Vegetation liegt und in ihnen das Axengebilde eben so sehr untergeht als die Axenerscheinung über dem Receptakel in ihnen im Ansatze aufgeht, so haben sie auch die axenartige Erscheinung der geregelten Anordnung und Geselligkeit, der Concentration und Gegenbeziehung in der Einheit eines Gesammtgebildes wie die Gefässe im Gefässbündel und sind darum auch wie die niedersten Blumengebilde, wie z. B. bei den Monopetalen, zu einem Ganzen im Kranze unter sich verbunden, worin öfters nicht einmal die Spitzen unterscheidbar sind. So herrscht in ihnen schon die höhere Innerlichkeit, Einheit und Hüllenbildung also Stammartigkeit wie in den Gefässbündeln vor. Da aber die Ansätze noch schwach und rudimentär sind, so herrscht darum auch noch die üppige Anzahl derselben. Dass aber diese Zähne in ihrer *Zahl* eine gewisse Gesetzmässigkeit befolgen, so dass sie, wenn sie auch nicht, wie man oft behauptet hat, gewöhnlich in der Zahl 32 vorkommen, doch eine Zahl einhalten, welche sich durch *vier* theilen lässt, hat gleichfalls seinen Grund in dem in ihnen herrschenden Charakter des Blumen- und Staubgefässewesens. Denn die Vierzahl ist in der Anthera quadrilocellata als Typus dieser Erscheinungsweise allgemein. Dieser Typus stammt ja von der erschöpften Fiederschnittigkeit in der Blattbildung her, deren Grundlage ursprünglich auch in

diesen Zähnen liegt. Da man das Ganze auch als eine Gipfelknospe darstellen könnte, so erinnert diese vermehrte Anzahl von Blättchenpaaren an die 4 Blättchenreihen der Jungermannien, der folgenden Lycopodiaceen u. s. w., die hier gleichsam wie in einem erschöpften Terminus der Vegetation, worin sich die Theile nicht mehr in Fiederschnittigkeit erheben können, zusammengedrängt erscheinen. Denn die Blume erzielt die Concentration, Einigung und Ausgleichung der Gegensätze der Blättchenpaare, da ja im Receptakel überhaupt das Aufsprossen zur wahren Fiederschnittigkeit und die Erhebung der Blättchenpaare übereinander erschöpft ist. Wie nämlich der erste Gegensatz in der Opposition zweier Blättchen liegt, diese Opposition aber in der wirteligen Zusammenstellung mit zwei andern in einem Punkte ausgeglichen ist, so hat man in den vier quirlig stehenden Blättchen die Ausgleichung von zwei Oppositionen zweier Blättchenpaare unter sich und zwischen je zwei Blättchen. Da aber dieses Ausgleichungsmoment in vielen Acten sich wiederholen kann, so liegt darin die Erscheinung des Vielfachen von Vier. Darum kommen auch in diesem Ausgleichungstrieb der Oppositionen so häufig die Zähne des Besatzes paarweise *inniger* verbunden vor. Auch bei der höhern Vegetation der Perigonien und Blumen der Phanerogamen herrscht dieses Lebensgesetz. Aber die Produktion ist aus der üppigen Fülle schon in den erschöpften Keimgrund fortgeschritten und auf ein bestimmtes Erscheinungsgesetz in genauer Zahl reducirt, da die Zahl der Blättchen der Perigonien im Allgemeinen auf *drei* Paare, die der Kelche und Corollen auf die *Fünfzahl* der Blättchen des unpaargefiederten Blattes zurückgesunken ist.

Die Erscheinung der Laubmoosfrucht ist eine Fortpflanzungsgeschichte der Axengebilde auseinander, die dem Lebensprincip des Receptakel- und Fruchtwesens *eigenthümlich* ist, da eben so sehr als das eine Axengebilde in seiner Receptakelreife erschöpft abstirbt und dessen Sprossen, also die wahre Axennatur, beendet wird, zugleich aus diesem Untergange ein verjüngtes Axengebilde in ihm wieder aufgeht. Es ist ein sogen. Proliferiren der Axen, was in der Folge der Glieder der Schäfte und Internodien der Stengel, wie besonders in den folgenden *Characeen* und *Equisetaceen* deutlich ist, allgemein herrschend wird und wozu hier in der Moosfrucht wie überhaupt im Charakter der Receptakel- und Fruchterscheinung der Phanerogamen die *Grundlage* gelegt ist. Ja die Moosfrucht hat auf der Spitze noch den, obwohl schwachen, Ansatz zu erneutem Sprossen im letzten erschöpften Gipfeltriebe, in dem griffelartigen Ansatze des sogen. Deckelchens, welches darum auch wie die Griffel der Pistille der Phanerogamen oft in früher Reife abfällt.

Da die Columella ein Axengebilde *über* der Receptakelerscheinung ist, so hat sie auch schon ursprünglich receptakelartigen Charakter, nämlich vorherrschende Reife in der Spitze, so dass daher durch die Expansion jene scheibenförmige Ausbreitung der Spitze des Säulchens eintritt, die man, da sie als eine flache über die Mündung der Moosbüchse gespannte Haut erscheint, *Queerfell (epiphragma)* genannt hat. Obgleich die Innenhaut wie das Mittelsäulchen der erneuten Reproduktion und verjüngten Erscheinung *über* dem Blüthenreceptakel wie das Blüthenwesen überhaupt angehört, so ist in dieser Erscheinung dennoch zugleich wie in den Blüthen

überhaupt schon ursprünglich die höhere Expansion in Wirkung der Reife unverkennbar. Bei diesem höhern Reifegrad kehrt daher auch an dieser Stelle nicht nur eine Beendigung des Sprossens durch Expansion in dem Queerfell ein, sondern da die Vegetation über diese hinaus wieder die Kraft der Keimfülle im Ansatz *erneuten Gipfeltriebes* erlangt, so tritt die Regermination von Neuem auf, so dass ein, obwohl im Allgemeinen nur noch schwach sprossendes, Axenglied angesetzt wird, das als modificirte Fortsetzung, als Absatz der Mooskapsel und des Mittelsäulchens erscheint. Dies ist das schon erwähnte *Deckelchen* (operculum) mit dem sogen. *Ring*, das somit wie ein erneuter *connectiv-* oder *griffelartiger* Ansatz entsteht, über die eigentliche Fruchthülle hinausgeht und daher auch in der Linie des Ansatzes über dem Ring und dem Queerfell in Reife abspringt, obgleich ursprünglich diese Spitze eben sowohl als der Griffel und das Connectiv mit der unter ihnen vorausgehenden Axenvegetation unmittelbar wie Fortsetzungen zusammenhängen.

Der *Ring* (annulus, auch Franse, fimbria) ist ein rund herum den Sporenbehälter an seiner Spitze umgebender meist etwas über die Fläche vorspringender Zellengewebsstreif, der eben darum, weil er die Vermittlung der auf der Spitze wieder erneuten Gipfelproduktion enthält, nur bei den mit einem *Deckelchen* versehenen Sporenbehältern vorkommt und auf dem der Rand des Deckelchens aufsitzt. In der Reife löst er sich oft mit dem Deckelchen ab oder trennt sich elastisch. Er besteht aus einem schmalen Gürtel der zwei äussern Zellenlagen der Aussenhaut in zwei Queerreihen und hat daher auch dieselbe derbere lederartige Beschaffenheit wie die äussern Zellen

der Mooskapsel. Die Zellen sind aber in ihm noch dichter gedrängt. Seine Function in Erzielung höherer Bindung und Erhaltung gegen die Entäusserung des innerlichen Expansionstriebs ist unverkennbar. Daher kommt er auch an jener Stelle vor, wo innerlich die höchste Expansion in Ausdehnung der Spitze der Columella zur Scheibenform herrscht und wo die Hülle, als Blüthenreceptakel gedacht, ihren Aufbruch und die Oeffnung haben würde. Er entspricht dem sogen. *unächten Ringe* des Sporenbehälters der *Farne*, der eine höher fortgeschrittene Stufe der Ausbildung und längere Zellen enthält, also das erneute Sprossen in *höherer* Stärke als dieser Ring der Mooskapsel besitzt. Denn da auch dieser Sporenbehälter ein reifes Axengebilde receptakelartigen Ursprungs ist, so geht er auch ähnliche Verhältnisse und Lebensveränderungen ein. Wie daher die Frucht der Flechten, der Lebermoose u. s. w. als Blüthenreceptakel an der Spitze aufspringt, so öffnen sich auch die Sporenbehälter der Lycopodiaceen, der Ophioglosseen, Osmundaceen u, s. w. auf ihrer Spitze und oft sehr früh. Allein wie die innerliche Reife und Expansion im Sporenbehälter steigt, so muss auch die Reaction des Erhaltungs- und Bindungstriebes auf der Peripherie der Hülle und zwar in derjenigen Gegend, wo bisher die Oeffnung und Trennung vorherrschte, also *gegen die Spitze des Sporenbehälters hin zunehmen,* somit die Vermehrung der Produktion und Bindung auf diesen Punkt hin vorzüglich gewendet werden. Da sich unterhalb dieser Spitze mehr oder weniger in die Länge gestreckte Zellen, die mit ihren längern Dimensionen nebeneinandergereiht sind, gegen die Spitze hin bald näher bald entfernter vom Scheitel des

Sporenbehälters strahlig im Kreise herum aufstellen, also wie sprossend aufsteigen, so erlangt dieser *falsche* Ring durch diese Ansetzung vermehrter aufsteigender Zellen, obwohl sie mit den übrigen in einer Fläche liegen, über welche sie nicht hervortreten, einen ersten Anfang von gefässbündelartiger, also von stengel- oder axenartiger Natur. Obwohl alle Sporenbehälter dieser Kreise meist vom Wesen seitlicher Axengebilde stammen und die Spitzen und Auswächse derselben in der Gestalt von Blüthenreceptakelchen sind, in denen sich noch keine andern Blüthen als die Mutterzellen von Sporen ansetzen können, so nähern sie sich dennoch in diesem Baue und in dieser, vorzugsweise mit der Natur der niedern Axengebilde verwandten Ausprägung ihrer Hülle, mehr der Axe des Staubgefässes oder dem Filament, da dieses wie die Axengebilde in einfachster Erscheinung und wie namentlich die der Moose damit beginnen, dass ein Bündel langgestreckter aufsprossender Zellen die Hülle ausmacht. Daher erscheinen die Sporenbehälter mit dem unächten oder falschen Ring in grösserer Annäherung zur Natur des *Staubgefässes*, welches sich aus dem Blüthenreceptakel herausbildet, ja gleichsam nur eine Metamorphose desselben ist und darum auch oft nur die Schwäche der Axenbildung ohne Gefässe hat, so dass das Filament auch nur ein Bündel von langgestreckten Zellen ist. Der Scheitel mit seinen dünnen, schwachen, ausgebreiteten Zellchen erscheint dann als die expandirt *erschöpfte* Spitze des Axengebildes, fast ähnlich wie in der expandirten Scheibe der Mooscolumella oder des Equisetaceensporokarps.

Allein dabei bleibt diese Lebensgeschichte nicht stehen. Denn indem die Reife und Verzehrung der

Sporenbehälter noch mehr wächst bei den höheren Familien der Ordnung der Farne, so muss auch die Reaction in Vermehrung des Materials, in Zufluss erneuter Ernährung, in Saftströmung gleichfalls zunehmen, wodurch die Anlagerung von grösserer Fülle des Materials in den Zellen des sogen. *ächten Ringes* verständlich wird, deren äussere Hälften halbkreisförmig über die Fläche des Sporenbehälters hervorspringen und wulstförmig wie die Apophysen verdickt erscheinen, so dass durch diese den sog. Queerbalken bei den Zähnen des Mündungsbesatzes der Mooskapsel ähnliche Zellen des ächten Ringes ein treppen- oder leiterförmiges Ansehen derselben wie im Bau jener Zähne sich kund gibt.

Die *vermehrte* Saftströmung und erneute Produktion in den Axengebilden nimmt aber, wie es bei den Characeen am deutlichsten ist, und wie die *spiralige* Stoffablagerung in den einzelnen Zellen beim Altern kund gibt, im Allgemeinen einen mehr oder weniger *spiraligen* Weg. Die Spiraldrehung geht aber, wie wir gleichfalls dort weiter ausführen werden, aus der *entgegengesetzten* Wirkung zweier Gegentriebe hervor, nämlich aus dem Zusammenwirken des aufsteigenden Sprossens und des abwärts und in horizontaler Bewegung fortziehenden Wurzeltriebes, und ist darum ein Fortschritt zur zweiseitig entgegengesetzten Polarisation, welche alle Axengebilde in *Annäherung* an das Blattwesen annehmen. Da jedoch auf dieser Stufe, wo die Wurzelherrschaft Lebensprincip ist, der Stammtrieb alsbald vom Horizontaltrieb und von der Expansion, den Formen der Wurzelherrschaft und Reife, überwunden wird, so kann zwar dieser Zwist beider Gegensätze sich in dem *ganzen* Gebilde des Ringes

kund geben, da die einzelnen Zellen des ächten Ringes anstatt parallel mit der Axenlinie des Sporenbehälters aufzusteigen, vielmehr eine *schiefe* Richtung erlangen, so dass der schiefberingte Sporenbehälter entsteht (wie z. B. bei Mertensia, Gleichenia, Hymenophyllum, Trichopteris), bei denen mitunter der ganze Ring eine Schraubenlinie beschreibt. Dennoch können aber die *einzelnen* Zellen noch nicht selbst die Spirallinienform erlangen wie die Spiralfasern der Gefässe und werden dadurch nur wellenförmig gebogen. Allein die Hinneigung dieses Gebildes zur Natur der Gefässe ist oft schon unverkennbar und damit auch die Funktion dieser Erscheinung als Grundlage der vermehrten Ansetzung von Material für die Produktion von Axengebilden. Ja, da in diesen Zellen der Horizontaltrieb meist überhand nimmt, so dass sie wie die sogen. Queerbalken in den Mooszähnen einen leiterförmig erscheinenden Ring bilden, so ist in diesen wulstförmig verdickten Zellen das vermehrte Material ein Fortschritt zur Anlage für erneute Axenbildung, die erst in den Gefässen sich durch Regermination bildet. Daher *nähert* sich auch der *ächte Ring* dem *Anschein einer Blattmittelrippe*, obwohl dieser Sporenbehälter *nicht* aus einem in sich zusammengerollten Blättchen wie die Botaniker z. B. Lindley, Bischoff (Lehrb. d. Bot. I., 435) u. And. bisher meinten, entstanden ist, was wir bei der Abhandlung über die Farne noch ausführlicher nachweisen werden. Doch diese Vorstellung hat schon Mohl (vermischt. Bot. Schriften S. 101 ff.) so bündig widerlegt, dass eine weitere Ausführung darüber überflüssig ist. Auch Martius schreibt (s. iconn. plantt. cryptogam. brasil. S. 99): „repetita observatio nos certissimos

fecit, sporangiorum formationem semper e materie mere cellulosa, tanquam e communi matrice, ortum capere.“ Denn dass Lindley an der Stelle der Kapselhäufchen (sori) Blätterbüschel fand, beweist nur, dass die Kapselchen durch die höhere Reife in Blättchen übergegangen sind aber nicht das Gegentheil, dass jene aus diesen entstehen, was eben so wenig als bei den Staubgefässen und Karpellen geschieht, die nicht aus eingerollten Blättern entstehen aber oft durch Monstrosität in solche untergehen. Darum hat auch der Sporenbehälter mit ächtem Ring schon den Typus der Blattartigkeit in hohem Grade, wie das Carpell im Vergleich mit dem Filament vorzugsweise blattartig wird, da die *Gegensätze* von Reife und Ueberreife oder von Regermination in *zweiseitig entgegengesetzter Polarisation* in höherem Grade als beim unächten Ringe hervortreten, wie im Blatt überhaupt.

Diese Lebensgeschichte zeigt daher denselben Unterschied der Gestaltung, den wir im Allgemeinen im Fortschritt *sowohl der niedern als höhern Axenorgane* in den Zustand höherer Reife und Expansion wahrnehmen, da sie die *Gleichmässigkeit* des Umfangs und der peripherischen Bindung verlieren und die zweiseitige entgegengesetzte Beschaffenheit des *Blattwesens* annehmen, wie vor Allem der Uebergang der Staubgefässe in Carpelle und insbesondere die Metamorphose des Sporokarps der Gonatopteriden in das sogen. Fruchtblatt der Ophioglosseen und Farne überhaupt kund gibt. Wie alle in Reife stehenden und darum ursprünglich *blüthenreceptakelartigen* Axenorgane, wenn die auf der Spitze herrschende Reife tiefer eingreift, in Blattartigkeit übergehen, so muss auch, da die Samenknospe und Samenschale

so wie die Sporenbehälter überhaupt ursprünglich solche Receptakelchen also reife Organe sind, mehr oder weniger deutlich bei ihnen ursprünglich die axenartige Beschaffenheit vorkommen, welche insbesondere auch bei den nicht gekrümmten Samen, bei denen die Verwachsung des Samenstrangs mit der Samenhülle herrscht, wie z. B. in der umgekehrten Samenknospe (gemmula anatropa) der Syngenesisten, Rubiaceen, Liliaceen u. s. w. gefunden wird. Allein wie die Reife mehr überhand nimmt, so tritt auch die Zweiseitigkeit des Gegensatzes von Reife und Regermination und die blattartige Gestaltung der Samenschale deutlich hervor. Darum haben die vorzugsweise diesem blattartigen Erscheinungstypus sich nähernden Sporenbehälter der Farne mit *ächtem* Ringe die Natur der *Samenschalen oder vielmehr Karpelle* in höherer Potenz als die mit *unächtem* Ringe. Sie sind daher der Erscheinung *wahrer Karpelle*, die in den Cycadeen und Palmen *verjüngt* nachfolgen, obwohl sie nicht unmittelbar in sie übergehen, doch nächst verwandt, beweisen also auch, da kein Botaniker die Sporenbehälter mit unächtem Ringe über die mit ächtem stellen kann, indem letztere bei den *höheren* Familien der Laubfarne vorkommen, dass die blattartige Erscheinung und Beschaffenheit der Karpelle und Samenschalen ursprünglich aus der *axenartigen* durch Metamorphose in der fortschreitenden Reife hervorgeht, also auch die Samenknospen der Phanerogamen Axengebilde im Typus des Blüthenreceptakels und des ächt beringten Sporenbehälters sind, womit die Samen auch schon von Martius (iconn. plantt. cryptogam. brasil. S. 101) verglichen wurden.

Gehen wir von dieser Darstellung, die der grössern Einsicht in diese Verhältnisse wegen ausführlicher vor-

getragen werden musste, auf den Ring der Mooskapsel und die Zähne des Besatzes zurück, so folgt daraus, dass die Produktion des Ringes der Mooskapsel, ungeachtet er meist in Reife bald abspringt, nicht nur den vermehrten Ansatz von Material als Grundlage für eine weitere Axenproduktion nämlich die Fortsetzung der Aussenwand in das Deckelchen enthält, ähnlich wie in der Apophyse die Vegetation einen Concentrations- und Ruhepunkt des Sprossens setzt, um darauf in um so grössere Produktion in der Mooskapsel fortzuschreiten, sondern dass auch hier, wie die Gipfelproduktion in dem Deckelchen neu angesetzt wird, auch die Ansätze von *seitlichen* Gebilden über dem Receptakel, die Zähne des Mündungsbesatzes, derselben Erscheinungsweise ihr Dasein zu verdanken haben.

Im Allgemeinen wird hier im Ring mit dem über ihm hinausgehenden Deckelchen und dem Mündungsbesatz eine *erneute* vermehrte Produktion angesetzt, die im Wechsel von vorherrschender Innerlichkeit und Aeusserlichkeit, von Erschöpfung und Wiederansatz des Materials erscheint, so dass sich in dieser entgegengesetzten Natur bei den Lycopodiaceen auch die differente Erscheinung von Kapselchen mit Blattschüppchen entwickelt und somit in den Zähnen des Mündungsbesatzes schon die Anlage zu den einzelnen Ansätzen von Kapselchen angedeutet ist, in welche die Mooskapsel in ihrem Fortschritt zu höherer Reife im Zerfallen ihrer selbst zu Theilen übergeht, indem die Ueberreife mit ihrer Regermination und vermehrter Produktion nachfolgt. Auch in dieser Hinsicht erscheint die Mooskapsel wie ein knospiges Gebilde, aus dessen Untergang in Ent-

wicklung durch die höhere Reife die Theile der Lycopodiaceenfruchtähre hervorgehen.

Die Laubmoosfrucht ist aber durch diese Indifferenz und knospige Natur noch insbesondere merkwürdig, dass sie die erste Grundlage der Erscheinung der Blüthen mit sogen. *unterständigem Fruchtknoten* (germen inferum) enthält und somit die Natur und den Typus dieser höheren Erscheinung angibt. Denn auch diese Erscheinung rührt daher, dass Pistill und Blüthenreceptakel und Same noch unmittelbar mit einander verbunden, ineinandergeschachtelt, in demselben allgemeinen Typus erscheinen wie hier, also noch nicht in den höhern *Gegensatz* getreten sind, worin die einzelnen Theile sich zur Eigenthümlichkeit und Selbstständigkeit erheben.

Zum Schlusse wollen wir wiederholt darauf aufmerksam machen, dass unsere im Eingange dieses Buches vorgetragene Lehre von der Natur und Wesenheit der Blüthen und des Blüthenreceptakels als Axenorgane durch die Moosvegetation, welche diese Grundlage zuerst im Gewächsreich und noch rein enthält, bestätigt wird. Denn im Fortschritt der Lebensgeschichte tritt der *höhere* Reifegrad und damit auch die Expansion stärker hervor. Die daraus entstandene irrige Lehre der bisherigen Botanik von Zusammensetzung der Früchte aus *Fruchtblättern* und die Annahme von Entwicklung der *Eilein* aus den *Rändern* dieser *Fruchtblätter* hat die ganze Botanik in Verwirrung gebracht, aus der sich nicht einmal die bessern Botaniker frei machen konnten. Denn Schleiden sagt z. B. ganz richtig (s. dess. Grundz. d. wissensch. Bot. II. S. 318): „eine normale Knospe und ein Blatt entstehen gesetzmässig bei den Phanerogamen niemals auf oder aus einem

Blatt, sondern nur aus einem Axengebilde“ und: „Unzweifelhafte Axenorgane kommen in der sogen. Blattform vor (z. B. Phyllanthus), an ihren Rändern Knospen tragend. Unzweifelhafte Axenorgane bilden flache Scheiben, concave Scheiben, und selbst lange, hohle, flaschenförmige, nach oben fast geschlossene Formen (z. B. Ficus). Ja er eifert sogar dagegen nach eigener Art (s. ebendas. S. 129): „Wenn der Bildungsprocess von zwei Seiten her sehr bald aufhört, so wird dadurch ein zweischneidiger Stengel gebildet, der oft eine völlig dünne Platte darstellt und häufig für ein Blatt gehalten wurde, weil man ganz verkehrter Weise die Dimensionsverhältnisse im Raume mit unter die Merkmale einzelner Organe aufnahm. Beispiele geben am schönsten Ruscus und Phyllanthus.“ Und dennoch thut er dasselbe! Denn so z. B. behauptet derselbe in demselben Buche (§. 161 oder der 2. Ausg. §. 158) im Widerspruche damit: „der oberständige Stempel oder Fruchtknoten bildet sich aus einem oder mehreren *Blattorganen.* Ein *Blattorgan*, in so fern es zur Bildung des Stempels dient, nennt man *Fruchtblatt* (carpellum). Der aus einem Fruchtblatt sich bildende Stempel entsteht wie ein *Blatt*, das sich flach ausbreitet u. s. w.“ Dazu kommt der zweite *Widerspruch*, dass *Schleiden* den sogen. Stengelstempel (pistillum cauligenum) und zum *Theil* auch den unterständigen Fruchtknoten aus Axenorganen entstehen lässt. Wie kann denn aber ein so bedeutendes höheres Organ, wie das Pistill ist, aus Organen, die sich wie die Axengebilde und ächten Blätter so sehr entgegengesetzt sind, nach Laune und Willkür der Botaniker bald aus dem einen, bald aus dem andern dieser Gegensätze hervorgehen? Ist einmal dieser

Wust beseitigt, so wird es bald in der Wissenschaft lichter sein. Dazu gehört aber auch vor Allem, dass der wahre Unterschied zwischen dem ächten Blatte und dem blattartig erscheinenden Axenorgan genauer und sicherer festgestellt werde als bisher geschehen ist, obwohl dieses bei dem Ineinanderfliessen derselben in Uebergangsformen grosse Schwierigkeiten hat.

c. Entwicklungs- und Formgeschichte der ersten Unterordnung der Gonatopteriden (Verkörperungsgeschichte dieser Ordnung) in drei Familien.

Erste Familie.

Die Lycopodiaceen (Moosfarne oder Bärlappe).

Gattungen: Lycopodium *Linn.* (Selago *Hook.* et *Grev.*, Plananthus *Palis. de Beau.*, Lepidotis *Palis. de B.* *), Stachygynandrum *Brongn.)*, Psilotum *R. Br.* (Tmesipteris *Bern.*, Bernhardia *Willd.*, Tristeca *Palis. de B.*).

1) *Allgemeiner Charakter der Erscheinung.*

Krautige, zweijährige oder unter dem Boden ausdauernde, selten einjährige, bei manchen durch Verholzen des untersten Theiles des Stengels staudige Gewächse, die auf der Erde oder auf Baumstämmen seltener auf Felsen und am häufigsten in den Tropenländern leben; Stengel ästig, selten einfach, stielrund, selten kantig oder zweiseitig zusammengedrückt, meist dicht beblättert, niederliegend ausläuferartig kriechend, selten aufrecht, der Länge nach

*) Ohne hinreichenden Grund hat Palisot de Beauvais das Genus Lycopodium in mehrere Genera zerrissen.

auf der untern dem Boden zugekehrten Seite fädliche meist gabelige Wurzelzasern treibend. Aeste meist flach, seltener stielrund, kriechend oder aufsteigend, wechselständig und wiederholt gabelig. Blätter einfach, sehr klein und zahlreich, ungestielt, meist herablaufend, gedrängt, dachziegelig, spiralig und in Reihen, einnervig, borstenförmig, lanzettlich oder länglich, selten ei- oder herzförmig, aus den Winkeln oft haardünne Wurzelzaserchen treibend. Vermehrung durch erneuernde Gipfelknospen. Fortpflanzung bei manchen ausser Sporen und grossen Samenkörnern durch Knospenzwiebeln der obern Blattwinkel. Die Sporenfrüchte erscheinen in den Blattwinkeln einzeln, sehr selten zu 2 oder 3 unter sich verwachsen bald in der ganzen Länge des Stengels zerstreut, bald nur auf dessen Spitze der Basis des Blattnerven aufsitzend oder selten kurz gestielt, bald auf der Spitze der Zweiglein, welche, indem deren Blätter zu Brakteen werden, ähren- oder kätzchenförmig mit dünnen Spindeln erscheinen. Die Sporenfrüchte (Sporenbehälter) bald bei der Pflanze gleich, bald verschieden. Jene sind zusammengesetzt zellige, sehr kleine einfächerige, kugelige, herz- oder nierenförmige dreikantige, zweiklappig in einer Querspalte auf der Spitze aufspringende Kapselchen mit einer sehr grossen Anzahl staubfeiner, vor der Reife zu je vieren zusammengeballter und daher meist tetraëdrischer seltener ellipsoidischer meist glatter Sporen. Von diesen sind solche, welche zu unterst auf den verschiedenfrüchtigen Aehren stehen, grössere, einfächerige, vierknöpfige, vierklappige Kapseln mit vier grössern kugeligen meist höckerig rauhen dreiriefigen Keimkörnern in jedem Behälter, die sich ohne Vorkeim zum jungen Pflänzchen entwickeln.

2) *Morphologische Entwicklungsgeschichte.*

Schon durch den Totalhabitus wird den Lycopodiaceen eine Stelle in nächster Angrenzung an die Moose angewiesen. Dennoch können daraus allein weder die Momente ihrer innigsten Verwandtschaft mit jenen begründet und die Bande ihres unmittelbaren Zusammenhangs mit denselben ermittelt, noch ihre so merkwürdigen Lebenserscheinungen verstanden werden.

Daher mussten sie wie alle Familien dieser Ordnung in den *bisherigen sogenannten natürlichen Systemen* (!) vielfach wandern und ihren Platz wechseln. Selbst noch in dem so vielfach ausgezeichneten Werk von Endlicher's genn. plantt. secund. ord. natur. dispos. sind sie mit den Isoëteen zu einer eigenen sogenannten Klasse der Selagines zusammengestellt und folgen auf dessen Hydropteriden, wo sie also die höchste Ordnung der Kryptogamen ausmachen!

Es ist heutigs Tags fast dahin gekommen, dass sich die Botaniker in Originalität darin zu überbieten suchen, dass sie das einleuchtend Naturgemässe und Einfache vermeiden und sich dem Unnatürlichen zuwenden, wenn es nur neu und eigenthümlich, also originell, ist und Effekt macht. Darum sollte es Aufgabe einer strengen Kritik sein, solche Darstellungen nicht zu dulden, wenn sie nicht streng begründet sind. Demgemäss musste es auch überall in diesen vorliegenden Arbeiten unser Hauptgeschäft sein, auf jedem Schritte der Lebensgeschichte den Zusammenhang der Erscheinungen zu beleuchten, die Anknüpfungsmomente zu entdecken und die Metamorphose nach den physiologischen Gesetzen des Lebenswechsels zu verfolgen und darzustellen.

Wenden wir dieses Verfahren auf die vorliegende Familie der Lycopodiaceen an, so könnten wir zwar schon unter Hinweisung auf die obige allgemeine Ausführung in dem Eingange dieser Schrift den Satz als gerechtfertigt aufstellen, dass in den Erscheinungen derselben das Lebensprincip der blüthenartigen Erscheinungsweise eingekehrt ist, da dieses die ganze Ordnung der Gonatopteriden beherrscht, also auch diese erste Familie dieser Ordnung. Allein die besondere Modification, in der dieses Lebensprincip in *dieser* Familie herrscht, ist in ihrer Stellung auf dem ersten Platze dieser Ordnung und in ihrem so nahen Zusammenhang und innigst verwandten Charakter mit der vorausgehenden Ordnung der Laubmoosvegetation zu finden. Denn obgleich die blüthenreceptakelartige Grundlage in dem Typus und Wesen der Erscheinungen der Laubmoosvegetation beim Fortschritt zur höhern Stufe, worin das Lebensprincip der Blüthenherrschaft das Ganze metamorphosirt, aufgelöst wird, wie jede wirkliche Erscheinung des Blüthenreceptakels im Uebergang zu den Blüthen, so bleibt dennoch bei dieser ersten Familie der Ordnung noch ein Rest der Eigenthümlichkeiten des vorausgehenden Lebenskreises, der durch das neu einkehrende Lebensprincip noch nicht völlig verdrängt werden konnte. Diese Verwandtschaft liegt aber hier mehr im Allgemeinen und Ganzen, im Totalhabitus, als im Charakter der einzelnen Organe oder in sicher ausgeprägten Kennzeichen, weil auf dem Uebergang mehr das Schwanken der Gestaltung als die entschiedene Ausprägung vorherrscht.

Da nämlich das Blüthenreceptakel in der Mitte zwischen der niedern und höhern Vegetation steht

wie der Embryo, da sich aus ihm die höheren Axenorgane, die Blüthen, entwickeln, wie aus dem Embryo und Proembryo die gemeinen Axenorgane, Stengel und Zweige, so sind beide Organe, wie wir schon bei der Laubmoosfrucht nachgewiesen haben, nächst verwandt, ja fallen nicht selten in ihrer wurzelknollenartigen Erscheinungsweise in einem fast indifferenten Zustande zusammen. Demnach enthält auch das Blüthenreceptakel wie der Embryo die materielle Basis und Keimgrundlage, den knospigen Ansatz, der sich oft nur in rudimentären Spuren der höhern Organe kund gibt, woraus die Entwicklung und Ausbildung der höhern Axenorgane selbst hervorgeht. Insbesondere zeigt die Laubmoosvegetation diese Momente der embryenartigen Erscheinungsweise in hohem Grade, da es die Axenbildung im schwächsten Zustande mit dem Ansatze von Gipfelknospen als Früchten enthält. Stellt man sich vor, dass der Fortschritt dieser knospigen embryenartigen Keimgrundlage zur Entwicklung im Geiste des Lebensprincips des Blüthenwesens einkehre, so ist damit der Weg zum Verständniss der Metamorphose der Laubmoosvegetation in die der Lycopodiaceen eingeschlagen. Wie daher die Laubmoosvegetation durch die Herrschaft der receptakelartigen Gestaltungsweise charakterisirt ist, so tritt sie beim Uebergang in die Familie der Lycopodiaceen in die Metamorphose durch die Beherrschung vom Lebensprincip der blüthenartigen Erscheinungsweise. Da aber auf *dieser* Lebensstufe die Blüthenerscheinung überhaupt noch einseitig ist, da das Lebensmoment der Verstäubung mit ihrem Charakter von Aeusserlichkeit und Reife, mit schneller Vergänglichkeit und Eile zum Ziele der Vegetation, zur Fruchtreife, bei

weitem vorherrscht und das pistillartige Lebensmoment mit der Reaction der Ueberführung in Wiederverjüngung und vermehrte Reproduktion auf der Pflanze selbst noch nicht erstarkt ist, so erscheint auch das pistillartige Lebensmoment in dieser Metamorphose bei den Lycopodiaceen nur untergeordnet und schwach, wie die folgende Darstellung im Einzelnen darthun wird.

Wie aber das Leben aus seiner raschen Eile zur Fruchtreife, da die Frucht der Moosvegetation als Blüthenreceptakel in die Kapselchen (*Karpelle*) der Lycopodiaceen gleichsam zerfällt, bald auch wieder in den *Anfang* seiner Geschichte zurückkehrt, wo die wieder verjüngte Entstehung und Bildung des Axenorgans aus der *äussern* Germination, welche hier noch vorherrscht, aus dem *Wurzelwesen* durch dessen Bindung im Axengebilde auftritt, so folgen auch auf die *Lycopodiaceen* die *Characeen* in diesem Charakter der anfänglichen *wurzelartigen* Erscheinung und Zusammensetzung aus Wurzeln nach, womit sie sogar wieder an die Gebilde der *niedersten ersten* Ordnung dieser Klasse, an die *Fadenalgen*, erinnern, welche eine durch und durch *wurzelartige* Vegetationsweise haben. Darum hat auch unsere Untersuchung von der blumen- und receptakelartigen Grundlage der Moosvegetation aus mit der Behandlung der *Lycopodiaceen* zu beginnen und zu den *Characeen* fortzuschreiten.

Der *Stengel* der *Lycopodiaceen* enthält ein das *Centrum* der Axe durchziehendes simultanes Gefässbündel von einer lockeren Parenchymmasse umgeben und um den Stengelkern steht noch sehr häufig ein Kreis dickwandiger Bastzellen. Das Parenchym besteht zunächst um das Gefässbündel aus kleinern dichter gelagerten dickwandigen Zellen. Alles hat

dabei ein gleichförmiges Gewebe ohne Luftlücken. Im Gefässbündel kommen Gefässe mit spaltenartigen Poren so wie auch schon enggewundene Spiralgefässe vor. Diese Gefässe sind in unregelmässigen bandartigen Partieen des Stengelkerns, welche durch verlängerte Zellen von einander geschieden sind, vertheilt, wodurch sie auf dem Queerschnitt des Stengels mancherlei ungeregelte Figuren bilden.

In der hier *zuerst im Gewächsreich* vorkommenden wichtigen Erscheinung der *Gefässbündel* ist schon die Herrschaft des Lebensprincips der fruchtartigen Erscheinung des Axengebildes zu erkennen. Denn der Uebergang aus der niedersten schwächsten Axenbildung, aus den staubgefässartig und in Reife schwach erscheinenden Axengebilden der Moose, welche wie *Embryen* erscheinen, in die *Regermination* und vermehrte Bildung des mit höherer Produktion und Innerlichkeit begabten pistillartigen Axengebildes der Lycopodiaceen muss in diesem Fortschritt zu *Gefässbündeln* führen. Darum kommen auch hier zuerst *Wurzelzasern* vor, die schon *Gefässe* enthalten, während die vorausgehenden Kreise nur Wurzelhaare haben.

Denn wie im Allgemeinen die schwachen Axengebilde der Filamente keine oder nur wenige Gefässe enthalten, so tritt im Pistill und der Frucht aus begreiflichen Gründen der unverhältnissmässig üppigsten Wiederernährung, der Regermination und Vermehrung der Produktion das Gegentheil, die reichlichste Gefässbündelbildung, auf. Zwar haben die Gefässe und Gefässbündel im Allgemeinen als solche keine Ernährungsfunction, da sie meist nur Luft führen und selbst schon neu genährte in Regermination und Verjüngung aus dem Parenchym entstandene Gebilde der gegenseitigen Durchdrin-

gung der Gegentriebe der Reife und Ueberreife sind. Dennoch sind sie die Spuren und Anzeichen, dass in ihrer Richtung und auf ihren Wegen die Produktion höherer zusammengesetzt zelliger Gebilde vor sich geht. Die energische Saftströmung in Endosmose und Exosmose hat selbst schon diese zusammengesetzt zelligen Gebilde der Gefässe zur Folge. Das *erste* Erscheinen von Blüthen als *Axengebilden* über dem Receptakel und von Gefässbündeln steht daher in einem *innigen organischen Zusammenhang*, wovon wir uns noch klarer in den Equisetaceen überzeugen werden. Darum besteht bei dieser Verwandtschaft der Gefässbündelerscheinung mit der Blüthenvegetation im Gewächsreich überhaupt eine gewisse Beziehung und Uebereinstimmung zwischen der Zahl und regelmässigen Vertheilung der Gefässbündel mit der Zahl der Staubgefässe, da die seitlich abgehenden für die Produktion der peripherischen Organe, also bei der Vegetation *über* dem Receptakel für die Staubgefässe, bestimmt sind, worauf Kieser zuerst aufmerksam machte. Darum ist auch bei den Lycopodiaceen noch kein Gefässbündel mit geschlossener Cylinderform und höherer Innerlichkeit ausgeprägt vorhanden, wie auch kein wahres Pistill vorkommt und die Produktion hauptsächlich peripherisch nach dem Umfang geht. Die Gefässe stehen daher noch nicht in der Einheit eines organischen innigst zusammenhängenden Ganzen sondern sind in dem bandartig ausgebreiteten Stengelkern vertheilt. Sehr selten wie bei Psilotum triquetrum ist ein wahres Gefässbündel vorhanden, das in seiner Mitte etwas Mark einschliesst.

Da der Stengel der Moose noch kein eigentliches Gefässbündel, sondern nur einen geschlossenen Kreis

von zweierei Zellen, nämlich von langgestreckten dickwandigen engen und von dünnwandigen weiten Zellen enthält, welche schon eine innere, obwohl geringe Portion von Parenchym als Mark von einer äussern als Rinde scheiden, so ist in dem Stengelkern der Lycopodiaceen auch schon darin die Herrschaft der gegenseitigen Durchdringung des höheren Reifegrades und seines Expansionstriebs mit der Regermination und vermehrten Produktion ersichtlich, dass diese innere Centralität in ein *bandartiges* Gebilde aus einandergezogen ist, das im Vergleich mit dem Stengel der Moose, der staubgefässträgerartig schwach ist, *karpellartig* flach erscheint. In dem Stengelkern der Lycopodiaceen ist aber kein Inhalt von Mark mehr in einer Hülle eingeschlossen wie beim Moos, sondern es ist zur Produktion aus ihm wieder verwendet, da es dort gleichsam nur wie eine Keimgrundlage für die peripherische Produktion auf folgender Gradation der Lycopodiaceen, wie in einem Receptakel für die auf seiner Peripherie hervorgehenden Staubgefässe angelagert worden. Daher wird im Stengel der Lycopodiaceen wieder Inhalt und Enthaltendes, Centrales und Peripherisches zur gegenseitigen Durchdringung übergeführt.

Wie bei den Phanerogamen allgemein geschieht und wie wir es auch bei den Cladonieen nachgewiesen haben, ist im Untergange der allgemeinen Axe der Keimgehalt in den besondern Axen als Staubgefässen hervorgehoben und in *selbstständigen* Hüllen zur Ueberführung in die Verstäubung gefasst. Eben so wird auch hier der in der vorausgehenden allgemeinen Axe der Moosvegetation angehäufte Markgehalt als Grundlage der Keimentwicklung für die Fortpflanzungsgeschichte in der erneuten Axenpro-

duktion, um die untergehende Axenerscheinung wieder herzustellen, in peripherischen, sich aus der allgemeinen Axe erhebenden, Seitenaxen, zur besondern Fassung in eigenen Hüllen oder in Partikularaxen portionenweise durch Theilung der Hauptaxe ausgeschieden und auf Partikularaxen in Particularhüllen gefasst. Dies sind die von dem centralen Stengelkern abgehenden peripherischen Gefässbündelchen, welche auf ihrer Spitze bald in Produktion von Aestchen bald in die von Blättern allein, bald aber auch in Blätter (Blattschuppen) mit Sporenbehältern als Partikularreceptakelchen zugleich eingehen und im letzten Falle eine analoge Erscheinung mit der Staubgefässbildung der Monopetalen darstellen. Indem die Grundlage der centralen Axe der Moosvegetation in Reife und Expansion gebrochen und ihr Gehalt entäussert wird, so ist damit die receptakelartige Natur, welche in der Moosfrucht sich im höchsten Grade kund gibt, in das ganze Axengebilde eingedrungen und so sprosst sie in peripherischen Theilaxen, wovon jede der Hauptaxe gleichartig zu werden und das Ganze in Theilen so viel möglich wieder herzustellen strebt, wieder auf. Daher wird die receptakelartige Erscheinung und Produktion, die auf der Hauptaxe statt fand, auf den Seitenaxen wiederholt, so dass darum auch hier diese Seitenaxen, wie die Staubgefässe im Vergleich mit dem Receptakel, denselben Charakter der Reife und der Vegetationsweise überhaupt enthalten, den die Hauptaxe dort hatte. Da kein Inhalt im Stengelkern vorkommt wie bei den Moosen, so kann auch noch keine wahre innere Produktion mit innerlicher Germination in diesem Gebilde weder auf der niedern noch höhern Stufe erfolgen, sondern nur eine peripherische. Da-

her hat dieser Stengelkern nur ein continuirliches gleichmässiges Dehnen und Wachsen in die Länge, keineswegs aber schon jenes absatzweise Sprossen in Gliedern und Gelenkstücken mit innerlicher Germination in jedem derselben, dergleichen die Stengel in den folgenden Familien haben. Darum kann auch in den Lycopodiaceen keine allgemeine Fruchtkapsel mehr wie beim Moos erscheinen. Die seitlichen Vermehrungstriebe gehen daher durch peripherische Produktion aus dem Stengelkern wie durch einfache Ramification von Gefässbündelchen hervor. Diese vom Stengelkern wie ablegerartig ausgehenden kleineren Gefässbündel können in ihrem Verlaufe vom Ausscheidungspunkt an bis zum Eintritt in Blätter und Aeste leicht verfolgt werden, da sie sich eine Strecke weit im Parenchym hinziehen, ehe sie austreten, um zu Blättern, Aesten und Sporangien fortzuschreiten.

Durch diese vielen Acte seitlicher Zerlegung wird der Centraltrieb geschwächt, so dass der Stengel in dieser Schwäche der Innerlichkeit fast seiner ganzen Länge nach an den Boden gesunken ist. Er kriecht an der Erde fort und steigt oft auch gegen die Spitze hin auf, erlangt aber eben so sehr als er durch Reife in sich zerfällt auch das entgegengesetzte Lebensmoment der Regermination und des erneuten und vermehrten Wachsthums. Obgleich er ohne Stamm- oder Hauptwurzel ist, wie überhaupt so viele unterirdischen Stengel der Akotylen wie z. B. der Equisetaceen, so herrscht doch in ihm, ungeachtet er auch noch nicht die Vergrabung seiner Basis in die Erde wie bei diesen hat, durch diese Wiederhingebung an die äussere Abhängigkeit in unmittelbarer Berührung mit der vegetativen Ernährungs-

quelle, dem Boden, ein verstärktes Wurzelwesen und erneute Ernährung. Darum stirbt er allmählig in Reife vom Grunde her ab wie bei fast allen Akotylen, während seiner Länge nach, soweit er den Boden berührt, auf seiner untern Seite mehr oder weniger, meist ziemlich lange, grosse, dicke, fädliche, an der Spitze gabelige *Wurzelzasern* hervorbrechen. Durch diesen Wiedernährungstrieb werden die Gipfel durch neue Triebe verjüngt. So hat die Grösse des Stengels durch diese erneute Germination und daraus folgende vermehrte Bewurzelung und Abhängigkeit vom Boden im Vergleich mit den aufrechten Stengelchen der Laubmoose, die sich diesem unmittelbaren Zusammenhange der ganzen Länge mit der Ernährungsquelle im freien Aufsprossen entzogen haben und darum oft sehr klein bleiben, sehr bedeutend zugenommen, so dass er auch fast immer ästig ist. Auch die Aeste kriechen oft umher und steigen selten auf. Bei manchen ausländischen Arten, welche unter allen in der Familie die grössten Stengel haben, geht er sogar an der Basis in Verholzung. Wo er aber aufrecht wird, was nur sehr selten vorkommt, wie bei Bernhardia, wo also das Wurzelwesen mit seiner Ernährung in ihm wieder schwindet, da wird er auch wieder schwach und starr und hat nur erschöpfte Produktion.

Da die Wurzelzasern, wie wir in den Isoeteen und Ophioglosseen klarer einsehen werden, Ansätze von Axengebilden sind, also entwickelte Samenknospen, so ist dieser Parallelismus derselben mit der Zweigproduktion verständlich. So hat auch in diesem Organ die Vegetation der Lycopodiaceen denselben Fortschritt über das proembryenartige Wurzelwesen der Moose mit ihren Wurzelfäden zur Re-

germination und verjüngten vermehrten Produktion mit *Gefässen* wie von der staubgefässartig schwachen Erscheinung des Moosstengels zu dem mit einem Verein von Gefässen versehenen Stengel der Lycopodiaceen. Daher zeigt sich auch beim Keimen der grössern Keimkörner von Lycopodiumarten, statt des aus Fäden bestehenden Proembryo's in der Keimung der kleinern, schon eine Hauptwurzel (Wurzelzaser), die somit den Proembryo vertritt wie bei den Phanerogamen.

Die *Blätter* der *Lycopodiaceen* erscheinen ohne wahrhafte Blattexpansion klein, schmal, lanzettlich, borstenförmig und lang zugespitzt. Selten nähern sie sich noch in länglicher oder herzförmiger Gestalt dem Blattwesen der Moose. Diese etwas breitern stehen daher auch in noch mehr geordneter vierreihig zweizeiliger Stellung (folia quadrifariam disticha), wie z. B. bei Lycopodium helveticum u. a., während die des erschöpften Zustandes dicht gedrängt in üppigster Vielheit wie knospig rings um den Stengel und die Zweige stehen, die sie fast ganz überdecken. Bei den vierreihigen zweizeiligen Blättern sind die zwei Reihen, welche bei den kriechenden Stengeln auf der oberen der Erde abgewendeten Seite stehen (folia superficialia L.) kleiner als die untern an der Erde liegenden. Damit tritt also gegen die Erschöpfung des Blattwesens ein Trieb zu erneuter, *verjüngter*, *stärkerer* Produktion auf, so dass die zwei Reihen sich flügelförmig ausbreitender Blattzeilen durch ihre hervorstehende Grösse in die *Thallusnatur* der mit zwei Reihen Amphigastrien versehenen Jungermannien zurücksinken. Das Thalluswesen gibt sich mit seiner horizontalen Ausbreitung und Anschmiegung an den Boden dem vorherrschend werdenden Wurzelwesen, den An-

trieben der äussern Abhängigkeit und der *reichlichern Ernährung* hin. Wie man daher im Allgemeinen in den Lycopodiaceen das Streben wahrnimmt, sich gegen die einkehrende höhere Reife und gegen den nahenden Untergang neu zu nähren und den erschöpften Lebensbestand durch erneutes Wurzeln in Niedersenkung des Stengels an den Boden zu verjüngen und zu vermehrter Produktion zu erheben und zu kräftigen, so tritt auch dieses Bestreben in der wiedererscheinenden Thallusform ein oder die Vegetation *über* dem Receptakel wendet hierin wieder in die Vermehrungsgeschichte jener *unter* dem Receptakel um, den sie in den *Lebermoosen* hatte. Demgemäss dürfen wir diesen Fortschritt aus der in Reife erschöpften schwachen Blattproduktion des Axengebildes in die Vermehrungsgeschichte durch Regermination und erneute Ernährung einigermaasen in Analogie mit dem Fortschritt der Metamorphose *der Staubgefässe in Carpelle* stellen. Denn auch hier tritt in Umwandlung des Staubgefässes durch vermehrte Ernährung eine erneute kräftigere Produktion in reihenweiser Erscheinung von Samenknospen zu dem in Schwäche absterbenden Ansatze der Antheren hinzu. Ja wir fügen hier dem oben über die Natur des Stengels der Lycopodiaceen Vorgetragenen hinsichtlich dieses Lebensmomentes vermehrter Produktion noch hinzu, dass er selbst im Vergleich mit dem erschöpften Axengebilde der Moose ein *pistillartiger* Axenfortschritt ist. Diese Natur zeigt sich sogar in seiner Form. Denn wie im Carpell ungeachtet seiner erneuten Ernährung dennoch die blattartige Expansion der höheren Reife vorherrscht, welche im Filament *selten,* im Connectiv aber nur schwach vorkommt, so hat auch der Lyco-

podiaceenstengel die *bandartige* Dehnung, während der Moosstengel oft nur fadenartig schwach ist.

Innerlich haben die Blättchen gewöhnlich einen einfachen, bald mehr hervortretenden, bald unkenntlichen Mittelnerven und mehrere Lagen rundlichen Parenchyms, durch welches sich das Gefässbündel des Mittelnervchens hindurchzieht, ohne sich hier zu verzweigen und zu verästeln oder in eine Blättchenscheibe zu verbreiten, was doch bei dem Blattwesen der Phanerogamen geschieht. Je mehr also äusserlich in seitlicher Expansion und auf der Spitze die Produktion bei den Blättchen abgenommen hat und erschöpft ist, um so mehr halten sie *innerlich* den Centraltrieb fest. Darum sind sie auch nicht nur ungestielt mit dem Stengel verbunden, sondern laufen an ihm oft herab, ja gehen in dessen Innerlichkeit unmittelbar über. Diess kommt daher, dass die Gefässbündel, wie schon oben bemerkt wurde, welche seitlich vom Centraltrieb des Stammes für die Blättchen abgegeben werden, eine Strecke innerhalb des Stengelumfangs, nachdem sie sich vom centralen Hauptgefässbündel desselben getrennt haben, fortlaufen, ehe sie zur Blättchenbildung frei heraustreten können. Endlich erfolgt ungeachtet dieser Reaction gegen die Reife und des Strebens, die Natur der Innerkeit zu erlangen, die völlige Blattreife wie bei einigen Arten von Bernhardia, wo nur noch sehr kleine und sehr wenige entfernt stehende Schüppchen statt Blätter vorkommen.

Ungeachtet die einzelnen Zweige mit ihrem knospigen Blattwesen wie allgemeine *Knospengebilde* erscheinen und sich in erneuten Gipfeltrieben fortentwickeln, so kann man in diesem knospenartigen Gesammtgebilde doch wieder einzelne

Theile als besondere *Knospen* unterscheiden. Daher hier wie bei den Moosen in Absätzen auf ältern Trieben erneuernde Knospen vorkommen, die entweder winkelständig und astbildend sind oder gipfelständig und sprossend. Am Grunde der gipfelständigen Knospen oder auch auf der Spitze der Aestchen bilden sich hier und da wie z. B. bei Lycopodium Selago auch Bulbillen oder Knospenzwiebelchen (propagines), die einen Verein von fast herzförmigen, etwas dicken cotyledonenartigen Blattschuppen vorstellen. Wie das Knospenwesen dieser Kreise noch mit dem Fruchtwesen nächst verwandt, ja oft indifferent damit erscheint, beweisen auch diese Bulbillen, da sie in Reife abfallen, Wurzeln treiben und das Gewächs fortpflanzen. Doch entstehen auch hier die Knospen und Zweige wie bei den folgenden Characeen und Equisetaceen noch nicht durch innerliche Germination und Ansetzung im Innern als axillare Knospen, sondern nur durch oberflächlichen Ansatz.

Wie das Stengel- und Blattwesen, so kommt auch das *Fruchtwesen* bei den Lycopodiaceen, bei welchen es meist in grössern Endähren erscheint, nicht nur in viel reicherer Fülle und Zahl als bei den Moosen vor, bei welchen gewöhnlich nur eine *einzige* ausgebildete Frucht auf dem gemeinsamen Fruchtstande bei mehr oder weniger verkümmerten rudimentären Fruchtansätzen erscheinen kann, sondern es erscheinen auch die einzelnen Früchtchen der Lycopodiaceen im Vergleich mit der Mooskapsel auf einer niedern Stufe der Ausbildung. Denn während die *Frucht* der *Laubmoose* ein *ganzes Blumenreceptakel* mit der Gesammtheit der Verstäubung in demselben ist, oder ein Axengebilde mit Gipfelknospe, so besteht das *einzelne Früchtchen*, der

Sporenbehälter der Lycopodiaceen, nur aus einem *Theile* dieses ganzen Receptakels, aus einem ganz *einfachen Kapselchen*, oder *Partikularreceptakelchen* statt der zusammengesetzten Mooskapel, wie das Staubgefäss, dem jenes entspricht, eine aufsprossende Theilaxe des Blüthenreceptakels ist. Daher steht das Kapselchen der Lycopodiaceen u. a. in demselben Verhältnisse zur Kapsel der Laubmoose wie das Antheridium als einfachste nakte Samenknospe zum Fruchtanfang der Moose, der schon eine vorgeschrittene Samenknospenentwicklung enthält. Die Ueppigkeit in Produktion der Vielheit ist auf Unkosten der Qualität der einzelnen erreicht und sohin tragen auch sie im Vergleich mit der ausgebildeten Frucht der Laubmoose in sich das Gepräge der Erschöpfung und Abnahme im Einzelnen wie die Blättchen. Denn die Frucht- und Blatterscheinung stehen im Allgemeinen auf dieser Stufe der Vegetation in einem so innigen Verhältnisse des Lebensfortschrittes als im höhern Gewächsreiche die Blumenkronen und Antheren. Eben so, wie das Blattwesen sich bei seiner Reife und Erschöpfung des Materials des unter ihm stehenden Stengels bemächtigt und die Blättchen vom Hauptgefässbündelkreis des Stengels ausgehende Gafässbündelchen haben, hat sich das Fruchtwesen dieses Materials des unter ihm stehenden Stengel- und Blattwesens bemächtigt. Daher erscheinen die Kapselchen der Lycopodiaceen *nicht eigentlich blattwinkelständig*, da sie nicht wahrhaft aus den Axillen ihrer Deckblätter in der Aehre hervorgehen, sondern aus der Basis oder Mitte dieser schuppigen, dachziegelig gedrängten Deckblätter selbst ihren Ursprung nehmen, fast in ähnlicher Weise wie die Antheren aus den Blumenblättern,

insbesondere aus denen der Monopetalen, sich erheben, wo somit Blumenblatt und Staubgefäss wie hier Frucht mit Blättchen *ein einziges* Gebilde mit *indifferenter Basis* ausmachen. Diese Früchtchen erscheinen als einfächerige (selten scheinbar mehrfächerige) Antheren- oder Sporangienvalveln und beweissen, dass das Blattwesen, wie es in den Laubmoosen sich der Blumenartigkeit näherte, hier in die Botmässigkeit der Verstäubung gelangt ist, worin es in Ueberreife untergeht, so dass es in der folgenden Lebensgeschichte (Characeen) der 6ten Ordnung neu und verjüngt wieder erzeugt werden muss. Denn das Mark der Pflanze wird für die innerliche Produktion verwendet und somit nicht in Blattparenchym entäussert. Daher verschwindet bei Psilotum das Blattwesen fast gänzlich, indem hievon nur noch sehr wenige und sehr schwache, kaum schüppchenartige Blattreste übrig sind, während die einzelnen Früchtchen, obwohl sie dieselbe Erschöpfung in Reife haben, dennoch, indem sie aus Reaction gegen diese Reife unter sich verwachsen, so erscheinen, als wenn die Frucht zu reicherer Produktion fortgeschritten wäre.

Der *Fruchtähre* der Lycopodiaceen liegt die receptakelartige Fruchterscheinung der Laubmoose ähnlich wie dem entwickelten Zweig überhaupt das Knospengebilde zu Grunde. Dieser Fortschritt ist also keine Seltenheit im Gewächsreich. Ja in ähnlicher Weise entwickelt sich der Blüthenstand auch im höhern Gewächsreich oft durch *erneutes Aufsprossen*, das in der erschöpften receptakelartigen Grundlage einkehrt. So z. B. geht auch aus der Erscheinung der Blüthen in oder auf einer Scheibe als Blüthenreceptakel bei den Artokarpeen (insbesondere Ficus) die Zapfen- und Kätzchenform bei

den auf jene folgenden Coniferenblüthen oder aus dem Calathid der Syngenesisten die Rispe, die Scheindolde u. dgl. bei den Rubiacinen u. a. hervor. Allein wie die Blüthen aus dem Receptakel durch ein erneutes Aufsprossen hervorgehen, aber auch dabei eine höhere erneute Umbildung im Einzelnen erhalten, so dass sie als selbstständige Axengebilde ihre Eigenthümlichkeit behaupten, so erscheint darin bei den Phanerogamen vielmehr ein *Sprung* der Lebensgeschichte als eine allmählige Metamorphose des Blüthenreceptakels in die Blüthenerscheinung. Darum tritt auch der Fortschritt aus der Moosfrucht in die Fruchtähre der Lycopodiaceen der äussern Erscheinung nach als ein eben so grosser Sprung auf als der Fortschritt aus der Knospe in den Zweig oder aus dem Blüthenreceptakel in die Blüthen, da in diesen entwickelt und ausgebildet ist, was im Blüthenreceptakel, also hier in der Moosfrucht, nur in materieller Keimgrundlage erst angelegt erscheint. Dieser Fortschritt geschieht nämlich im Lebensprincip der Fortpflanzungsgeschichte, da das Axengebilde als *Blüthenreceptakel* mit seiner Keimgrundlage durch die höhere Reife und Zersetzung in sich zerfällt und untergeht, dagegen sich die Regerminations- und Reproduktionskraft der Theile und Keime des Gebildes bemächtigt und das Ganze in seinen Theilen, die dem Ganzen im Einzelnen gleich werden, wiederherstellt. Was dort in rudimentären Ansätzen gleichsam knospig wie z. B. in dem Mündungsbesatz angelegt ist, aber bei der Schwäche und Erschöpfung der Vegetationskraft in Einzelnen nicht vollendet und ausgebildet werden konnte, wird auf der folgenden Gradation selbstständig entwickelt. Denn da im Blüthenreceptakel das allgemeine Axen-

gebilde der Pflanze bis auf die Keimgrundlage untergeht, so können die Axengebilde, welche *über* dem Blüthenreceptakel und aus dessen Keimgrundlage neu erzeugt werden, nur in diesem herrschenden Lebensprincip des Untergangs und Wiederaufgangs, also im Charakter des *Blüthenreceptakels* selbst erscheinen, wie wir schon früher erörtert haben. Die Axengebilde über dem Blüthenreceptakel müssen somit receptakelartig sein, so dass darum das Pistill oft nur als ein wiederholtes geschlossenes Blüthenreceptakel erscheint. Allein auf dieser Lebensstufe, wo das Blüthenreceptakel als Ende des gemeinen Axengebildes mit dem Pistill als verjüngtem Axengebilde über dem Blüthenreceptakel fast *indifferent* erscheint und beide *noch nicht* wie bei den Phanerogamen die *Gegensätze ihrer Selbstständigkeit* haben, geht das *ganze* Blüthenreceptakel in das pistillartige Axengebilde über. Da also die Moosfrucht als ein Blüthenreceptakel mit ihrer Keimgrundlage der Blüthen in dem Mündungsbesatz und der Columella pistillartig neu aufsprosst, so erscheint die *Spindel* und Fruchtähre der Lycopodiaceen als *pistillartiges Axengebilde* und als Blüthenreceptakel zugleich, während die seitlichen Axenorgane derselben mit den Kapselchen und ihren Schüppchen vorzugsweise dem untergeordneten peripherischen Blüthenwesen angehören, so dass die Schüppchen den Blumenblättchen, die Sporenbehälter oder Kapselchen als Partikularreceptakelchen, den Staubgefässen der Phanerogamen entsprechen, obwohl sie hier nur erst wie Antherenloculamente als einfächerige Sporenbehälter oder Sporensäckchen erscheinen. Dadurch wird vor Allem verständlich wie die zusammengesetztzelligen Sporenbehälter in den Moosen und

hier *zuerst* auftreten, während die Mutterzellen der Sporen bis dahin noch in der Vereinzelung äusserlich und noch nicht in solchen zusammengesetztzelligen Hüllen des gemeinsamen Sporenbehälters eingeschlossen vorkamen. Denn in der frühern Geschichte war noch die dem wurzelartigen Vegetationscharakter eigene Vereinzelung und Regellosigkeit auch in diesem Organ herrschend, während hier nunmehr im Lebensprincip des Blüthenwesens die Gegenbeziehung zur Geselligkeit und Gemeinschaft wie in den zelligen Geweben überhaupt herrschend wird.

Da die Staubgefässe im Charakter der Receptakelartigkeit stehen, indem sie gleichsam nur ein erneuter, in vielen Akten wiederholter Aufbruch des Receptakels sind und die Bestimmung haben, die im Blüthenreceptakel sich ansetzende Keimfülle für die Fortpflanzungsgeschichte aus dem Zustande der Allgemeinheit, aus dem allgemeinen Axengebilde (Receptakel), worin sie dem Entäusserungstrieb und dem Verderben preissgegeben wären, in *besondere* Gebilde und Hüllen höherer Natur (Staubgefässe) zu fassen und zu erheben, so sind auch die Sporenbehälter der Lycopodiaceen solche aus dem Zerfallen des Moosreceptakels (Frucht) und dessen in die Spindel aufsprossenden Materials hervorgehende receptakelartige Axengeblilde oder aus dem allgemeinen Blüthenreceptakel der Moosfrucht verjüngt entstehende Partikularreceptakelchen als Staubgefässe mit nur *einem* Loculamente. Darum entsteht jeder dieser Sporenbehälter auch mit einem seitlichen expandirten Fortsatze seiner Axengrundlage, auf deren Spitze er erscheint, indem dieser seitliche expandirte Theil oder die Schuppe des Kapselchens dem vergrösserten Connectiv des Staubgefässes entspricht.

Beide, das Kapselchen und die Schuppe sitzen daher auf demselben, beiden angehörigen Partikularspindelchen, das somit eben so gut expandirter Blättchenstiel als Filament genannt werden könnte. Das Blättchen (Schuppe) selbst erscheint aber in diesem Zusammenhang als Perigons- oder Blumenblättchen und stellt somit eine Wiederholung eines Theils jener Blattscheibe dar, die auf der Spitze des Equisetaceensporokarps bei den Sporensäckchen erscheint. Denn bei den Lycopodiaceen, wo die erneute, vermehrte Produktion in den Theilen der zerfallenen Mooskapsel wieder einkehrt, kann darum *nicht mehr* die *simultane* Produktion *aller* in der Einheit des Staubgefässkranzes wie in den Zähnen des Mündungsbesatzes der Mooskapsel behauptet werden, noch kann schon hier wie im Sporokarp der Equisetaceen ein quirliger Verein von Kapselchen oder Sporensäckchen, der schon einer Fruchtähre der Lycopodiaceen entspricht, zu Stande kommen. Indem das Sporokarp der Equisetaceen einer monopetalischen Blumenkrone mit aufsitzenden Antheren entspricht, so dass nämlich statt der ganzen Anthere in diesem Sporokarp nur *ein* Loculament als einfacher Sporenbehälter vorkommt, so stellt die Fruchtähre der Lycopodiaceen eine solche Blume vor, worin die Blumenblättchen mit ihren Antheren (Loculamenten) noch *einzeln* erscheinen, obwohl sie im Allgemeinen schon eine geregelte, reihenweise (ähnlich wie die Samenknospen im Pistill, dem die Spindel mit äusserlicher Produktion entspricht) und eine gedrängte Anordnung befolgen. Dass diese Kapseln hier schon, wie überall der Staubgefässkranz an der *Peripherie* des Receptakels der Phanerogamen, den Gegensatz der Blattartigkeit in Schüppchen oder Blättchen

(Perigonien und Corollen) bei sich haben, hat seinen Grund gleichfalls in der Erscheinung derselben im Wesen der Blüthenherrschaft oder im Charakter des Blüthenreceptakels selbst. Denn da in dem Blüthenreceptakel schon allgemein die Gegentriebe der Reife und Regermination sich durchdringen wie in den Blüthen, aber in diesen schon mehr als in jenem in die Erscheinung des Gegensatzes hervortreten, so kommen sie schon bei dieser Erscheinung von Antheren mit Blättchen in demselben Zustande vor, worin sich diese höchsten Gegentriebe durchdringen und einigen, jedoch zugleich auch wie im Gegensatz der Blüthen (Staubgefässe und Pistille) einander auf den Polen überschlagen und in die Gegensätze auseinander treten, da die äussere Germination und vorherrschende Reife in dem Blattwesen auftritt und die innere im Loculament oder Sporenbehälter.

Wie das *Receptakel* der Laubmoosfrucht pistillartig geschlossen ist, so hat auch das Kapselchen der Lycopodiaceen einen ähnlichen Zustand, öffnet sich jedoch auch von der *Spitze* her beginnend wie die *Receptakelchen* oder *Kapselchen* der Ophioglosseen, Osmundaceen u. s. w., obwohl diese nicht mehr operculumartig ist oder doch nur selten, wie z. B. bei den Sporenbehältern der Farne mit unächtem Ringe eine verwandte Bildung zeigt. Das *Blüthenreceptakel* enthält die Scheidung zwischen der niedern und höhern Vegetation der Pflanze. In ihm geht das Sprossen des niedern Axengebildes unter und erhebt sich die neu aufgehende Axenbildung der Blüthen (Staubgefässe und Pistille). Allein auf *dieser* Stufe des Gewächsreichs wie überhaupt in der ersten Klasse, den Akotylen, worin die *Gegensätze*

des Lebens, obwohl sie nicht ganz fehlen können, dennoch nicht im Extrem der Erscheinung durchdringen, kann nicht einmal der Gegensatz von niederer und höherer Vegetation im Allgemeinen behauptet werden, wie wir schon in der Frucht der Laubmoose am evidentesten dargethan haben, indem hier noch kein wahrer Gegensatz zwischen dem Pistill und dem Blüthenreceptakel ist, so dass weder der eine noch der andere Theil sich in Eigenthümlichkeit entwickeln, sondern beide dem Wesen nach entgegengesetzten Gebilde fast in Indifferenz ineinander fliessen, eine Erscheinung, deren Grundcharakter in der folgenden Geschichte dieser Ordnung fortbesteht. Dieses Ineinanderfliessen der höhern und niedern Vegetation ohne eigentliche Scheidung und scharfe Grenze zeigt sich oft noch auffallender als bei den Moosen in der auf sie folgenden 6ten Ordnung und darum schon bei den meisten Lycopodiaceen. Denn in den Laubmoosen besteht noch eine Spur der receptakelartigen Scheidung und Grenze, die meist hier völlig verschwindet. Darum erscheint hier, worauf wir schon oben hingewiesen haben, in dieser Indifferenz von Pistill und Blüthenreceptakel das *Pistill* auch als *Spindel* der Fruchtähre der *Lycopodiaceen*, *Equisetaceen* u. s. w. und hat eine *äussere* Produktion wie die offenen Blüthenreceptakel und die gemeinen Axengebilde überhaupt, da sich *in ihm* auf dieser Stufe, ja selbst noch nicht einmal auf der Spitze dieser Klasse, in den Cycadeen, und noch nicht in den Rhizokarpen (wo das Pistill gleichfalls nur als Blüthenreceptakel erscheint) keine *innerliche* Produktion ansetzen kann. Wie die Columella der Moosfrucht als Pistill innerlich leer und gehaltlos ist, so sind es alle pistillartigen Axengebilde *dieser*

Klasse. Dennoch kann es nicht an der Produktion von *Samenknospen* fehlen, da die Samenknospen als *Ansätze* von *Axenorganen über* dem Blüthenreceptakel *überall* vorkommen müssen, wo Axengebilde sich zu entwickeln beginnen, also insbesondere auf der niedersten Stufe in diesen Kreisen. Allein diese erscheinen überall in dieser Klasse *noch nicht wahrhaft innerlich in Pistillen,* sondern *nakt und ausserhalb des Pistills* wie wir schon bei den sogen. Antheridien oder Samenknospen der Moose, als Ansätzen, die der Entwicklung des Fruchtanfangs vorausgehen, auf dem Keimblatt der Farne u. s. w. nachgewiesen haben. So stehen in der ganzen ersten Klasse pistillartige und blüthenreceptakelartige Axenorgane in innigster Verwandtschaft, in Uebergang und fast indifferenter Erscheinungsweise.

Da in dieser niedersten Erscheinung des Pistillaraxengebildes die *äussere* Produktion herrscht, also die Eigenthümlichkeit des Pistills und seiner Innerlichkeit noch nicht vollständig in die Erscheinung hervortritt, so ist es nicht nur dem Blüthenreceptakel, sondern auch dem aus ihm zunächst hervorgehenden Gesammtaxengebilde, welches die Staubgefässe enthält, nämlich dem sogen. *Androphorum* nächst verwandt oder mit ihm indifferent, wie insbesondere die Equisetaeeen beweisen. Die Axenbildung schreitet bei dieser Klasse in Wiederherstellung der Axen *über* dem Receptakel in gleichmässiger Stufenfolge wie jene *unter* dem Receptakel fort. Wie in den niedersten Ordnungen z. B. in den Gliederalgen noch keine wahren Axengebilde vorkommen, sondern nur das *wurzelartige* Material, aus dessen Bindung und Verwebung erst auf späterer Stufe die Axengebilde entstehen, so ist auch die Axenbildung über dem

Blüthenreceptakel in den Paraphysen der Flechtenapothecien und den Schleuderfäden (Faserzellen) der Lebermoosfrucht erst wie in einem Vorspiel oder in Vorübung in wurzelartigen Fäden angelegt, ehe die volle Axenbildung der Blüthen in der 6sten Ordnung einkehren kann. Ja selbst in den sogen. Schleuderern um die Equisetaceenspore ist eine Vorbildung zum *Pistillaraxengebilde* der *Rhizokarpen* enthalten, welches hier noch die Benennung *Eisäckchen* führt. So herrscht hier noch der Zustand der Reife und Schwäche, der Expansion und Erschöpfung, so dass selbst dieses Eisäckchen als Pistill noch einem Antherensäckchen derselben Familie oder einem Sporenbehälter ähnlich ist, wie das Pistill auf seiner *niedern* Stufe überhaupt noch mehr *staubgefässartig* und als *Carpelle* erscheint. Ja auf der niedersten Stufe in den Lycopodiaceen, Equisetaceen u.s.w. erscheint das Pistill in noch niedererm Axentypus, da es als Spindel der Fruchtähre wie ein *gemeines Axengebilde* auftritt. Im *Carpell* herrscht nicht nur die höhere Reife und Expansion, also die Blattartigkeit wie im Connectiv des Staubgefässes vor, sondern auch noch die *äussere* und *peripherische* Produktion, indem die Samenknospen aus seinen zwei Rändern hervorgehen, die sogar oft wie Missbildungen zeigen, nicht geschlossen sind. Das *Carpell,* welches schon ein *wahres Pistill* ist, enthält die niederste noch an die staubgefässartige Erscheinung grenzende Grundlage der wahren Frucht und hat daher auch noch wie das Staubgefäss selbst eine receptakelartige peripherische Produktion aus seinem Rande. Ja das Pistill besteht auf den niedern Stufen wie in den Palmen noch aus mehreren Carpellen als einer Anzahl von Pistillen wie der Staubgefässkranz

aus Staubgefässen. Da das Pistill im Allgemeinen nur ein verjüngt wiederhergestelltes Blüthenreceptakel ist, so hat es auch wie dieses denselben Fortschritt seiner Produktionsgeschichte. Wie das Blüthenreceptakel *zuerst* eine mehr äusserliche peripherische Produktion in der Erscheinung der Staubgefässe zeigt und die centrale Erscheinung desselben später nachfolgt, ja wie das Blüthenreceptakel in den Equisetaceen, Lycopodiaceen u. s. w. (wo es mit dem Pistill indifferent ist) nur Staubgefässe hat, eben so bringt das Pistill auf niederer Stufe wie selbst noch da, wo es als Carpell erscheint, eine vorzugsweise peripherische und äussere Produktion am Rande hervor. Erst auf seiner höhern Stufe kommt durch Regermination ein verjüngtes centrales Axengebilde als Mittelsäulchen (columna centralis) gleichsam wie ein Pistill im Pistill entstehend hinzu, wie ja das Pistill als geschlossenes Blüthenreceptakel selbst schon ein geschlossenes Pistill in einem offenen Pistill (Blüthenreceptakel) ist.

Daraus folgt aber auch unmittelbar, dass die sogen. *Kapselchen* (Früchtchen, Sporenbehälter) der Gonatopteriden und Farne, da sie von der *pistill-* und *fruchtartigen* Grundlage stammen, auch als *Samen* derselben erscheinen, deren Samenstränge mit den Gefässbündelchen noch nicht frei für sich und selbstständig hervortreten, sondern noch im Allgemeinen liegen. Da aber auf dieser Stufe die höhern und niedern Axengebilde noch fast indifferent sind, und, wie wir schon oben gesehen haben, die *centralen* Axengebilde, Pistill und Blüthenreceptakel fast in eins zusammenfallen, eben so erscheinen die *lateralen oder peripherischen* Axengebilde bei *beiden indifferenten centralen Axengebilden*, *Samen und*

Staubgefässe als Sporenkapselchen gleichfalls indifferent, wie wir schon bei den Moosen gesehen haben, da diese lateralen gleichfalls im Typus von Blüthenreceptakelchen wie die centralen Axen erscheinen. Indem die Mooskapsel in Reife zerfällt und in Regermination durch das Fortpflanzungsprincip Theile hervorgehen, die dem Ganzen ähnlich sind und die Natur des Grossen im Kleinen enthalten, so erscheinen bei den Lycopodiaceen die *Samen* (Sporenbehälter) als *Blüthenreceptakelchen* und somit auch als Karpelle. Darum erscheinen die Sporenbehälter im Allgemeinen auch *reihenweise* wie die Samen der Phanerogamenfrucht.

Dennoch kann man die zusammengesetztzelligen Sporenbehälter dieser und der siebenten Ordnung der Akotylen, obgleich sie ihren Ursprung aus der pistillartigen Vegetation und den samenknospenartigen Antheridien der Moose haben, nicht den wahren Samen der Phanerogamen gleichstellen, sondern höchstens nur für ein Mittelgebilde zwischen Verstäubung und Samenbildung, zwischen Anthere und Karpell der Phanerogamen halten. Denn obgleich diese Gebilde im Ursprung und Ansatz samenartig erscheinen, so sinken doch auch sie wie die Pistille selbst, von denen sie ausgehen und wie die äusserlichen Samenknospen als Antheridien auf die niedere Stufe vorherrschender Reife, also in die blüthenreceptakelartige Erscheinung der Axengebilde überhaupt zurück und nähern sich damit der Natur der Verstäubung der Phanerogamen. Darum hat ihre Entwicklungs- und Lebensgeschichte auch einen *geringern* Grad jenes blüthenreceptakelartigen Lebensmomentes von centraler Reife und von peripherisch vermehrter Produktion, welcher in der wahren Samenknospe in höherer Gradation herrscht. Zwar

werden die Mutterzellen der Sporen aufgelöst und resorbirt, in den Sporenbehältern aber geht dennoch diese Destruction nicht zur völligen Entäusserung des Gehaltes wie in der Samenknospe. Darum ist auch der Erhaltungstrieb in dem Sporenbehälter auf der Peripherie des Gebildes nicht in dem hohen Maase thätig als bei der Samenknospe, da weder hier vermehrte Samenknospenhüllen heranwachsen, noch der Gehalt von aussen hineinkommt, wie dort, wo im Allgemeinen der Embryo in dem in die Samenknospe eingedrungenen Pollenschlauch entwickelt wird. Hinsichtlich seiner äussern Verhältnisse steht der Sporenbehälter bald der Antherentheka, bald dem Samen näher. Daher kommt er sogar auf höherer Stufe wie z. B. besonders häufig der ächtberingte der höhern Laubfarne, der auch in seinem Baue der Samenschale nahe steht, *gestielt* vor wie so häufig die Samen an Nabelsträngen hängen. Sehr selten findet sich aber das Antherenloculament *gestielt*, wie z. B. bei der Palme Geonoma und wenigen andern, bei denen es sich an der Basis bis auf eine schmale Verbindungsstelle zusammenschnürt, mit der es wie mit einem Stiel dem Connectiv gleich einem gestielten Kapselchen anhängt. Daher haben wie die meisten Antheren so auch die Sporenbehälter auf niedern Stufen und überhaupt in dieser unserer ganzen Ordnung nicht nur keine Stiele, sondern sitzen mit erweiterter Basis auf ihrer Unterlage auf.

Obwohl bei den Phanerogamen höhere und niedere Vegetation scharf geschieden sind, so sinkt auf *dieser* Stufe dennoch nicht nur die Erscheinung der Axengebilde, sondern die ganze höhere Vegetation insgemein auf die niedere herab, wovon wir die auffallendsten Beispiele bei den *Rhizokarpen* wahrnehmen

werden, wo die Früchte sogar bei und zwischen dem Wurzelwesen wie Wurzelknollen erscheinen. Darum gibt es zwar viele Arten der Lycopodiaceen, bei denen die Früchtchen auf besonderem, von der niedern Blatt- und Stengelvegetation abgeschlossenem Fruchtstande, auf kätzchen- oder ährenartigem Axengebilde, erscheinen, das öfters sogar wie bei Lycopodium clavatum auf einem Stielchen erhoben ist. Allein nichts desto weniger kommen auch Arten vor, bei denen diese Sonderung nicht mehr stattfindet, wo vielmehr die Kapselchen in Blattwinkeln der ganzen Länge der Zweige nach zerstreut vorkommen. Wie daher die pistillartig entstehenden Axengebilde in den Zustand von gemeinen centralen oder Hauptaxengebilden hinabsinken, eben so ergeht es auch diesen seitlichen Axengebilden in dieser Ordnung, wie wir später auch beim Sporokarp der höhern Familien dieser Ordnung nachweisen werden, da die Sporokarpien wie Axillarknospen erscheinen. Bei den Lycopodiaceen finden wir aber gleichfalls, dass die Kapselchen, indem sie zur niedern Vegetation hinabsinken und in deren Charakter der materiellen Vermehrung und Entwicklung gerathen, wie die blattwinkelständigen Kapselchen bei dem verschiedenfrüchtigen Fruchtstande, auch einen Inhalt erlangen, der dem Wesen der niedern Vegetation entspricht und *brutknospenartig* wird, wie die allgemeine Knospenerscheinung auf dieser Stufe, wovon unten weiter gehandelt werden wird. Darum sind auch die gemeinen Blätter von den Deckschuppen der Kapselchen im Allgemeinen nur wenig verschieden, wie bei den Moosen, wo wir schon den Blättchen einen höhern Charakter zugeschrieben haben. Aus dieser Angrenzung dieser Erscheinungen der höhern Vege-

tation an die der niedern und umgekehrt erklärt sich nicht nur die reihenweise Erscheinung der Blättchen bei manchen Arten, sondern auch die reihenweise und dabei zugleich spiralige Stellung der Kapselchen auf der Spindel der Fruchtähre, da diese ursprünglich als Pistill erscheint und die äussere Produktion desselben in den Kapselchen dieselbe Stellung und Folge wie die innere der Samenknospen befolgen muss. In der Mooskapsel kann noch die quirlige Stellung der Ansätze in Zähnen erscheinen, wie die Antherenloculamente überhaupt und die Sporensäckchen des Equisetaceensporokarps quirlig stehen, da hier noch die staubgefässartige Natur der Erscheinung in Simultaneität vorherrscht.

Wie das Blattwesen in der Mooskapsel als einer Endknospe kaum in Spuren oder rudimentären Ansätzen als Zähnen vorhanden ist, so geht es in erneuter Entwicklung bei den Lycopodiaceen in sog. Brakteen oder Schuppen der Fruchtähre wieder auf. Wie das Axengebilde in der Receptakelreife der Moosfrucht erschöpft dem Untergange zugeht, so geschieht in den Lycopodiaceen die Wiederherstellung nicht nur in erneuter vermehrter Produktion der Hauptaxe, sondern auch in den vielen seitlich ausgehenden Theilaxen, sowohl der Zweige, als Gefässbündelchen. So wird das Sprossen und der Vermehrungstrieb des Axengebildes, welcher in dem Moosreceptakel gefesselt war, wieder in der Centralität frei, aber dennoch durch den Gegentrieb der Reife in viele Seitenzweiglein und Gefässbündelchen zerlegt. Daher kann auch die Hauptaxe der Lycopodiaceen noch nicht andauernd wie ein Pistill über der Receptakelerscheinung hinaus fortbestehen. Vielmehr ist auch sie wie alle über dem Receptakel

zuerst erscheinenden Gebilde (Staubgefässe) noch der im Receptakelwesen herrschenden *Reife* so sehr unterworfen als die seitlichen Theilaxen und die von dem Reifeübermaas bandartig expandirten Gefässbündelchen selbst, so dass sie in die Natur und Schwäche der Receptakelartigkeit zurücksinkt. Denn es geht diese Hauptaxe der Lycopodiaceen in dieser Reife unter, so dass erst in den Characeen und den folgenden Equisetaceen die pistill- und fruchtartige Hauptaxe wiederhergestellt werden kann.

Obgleich die Gegentriebe, die im Knospen- und Receptakelwesen gebunden waren, wieder frei walten und die Gebilde wieder der Abhängigkeit zugehen, so herrscht doch zugleich auch noch Gesetz und Ordnung, welche den Trieben in der Natur der Receptakelartigkeit eingepflanzt wurde. Darin ist schon die Wirksamkeit der Fortpflanzungsgeschichte zu erkennen, dass aus dem Untergange des einen Gebildes der Wiederaufgang des andern ihm ähnlichen in erneuter Germination und verjüngter Erscheinung hervorgeht. Darum geht überhaupt in jeder Pflanze die niedere Vegetation im Brakteen- und Receptakelwesen unter, damit sie in Blüthen und in der höhern Vegetation des dritten Lebensabschnittes in erneuter Germination wieder aufgehe. Daher entsteht meist auch die schnelle Reife und der Untergang und Abfall der Brakteen beim Hervorbrechen der Blumen, ja in dem Receptakel selbst verlieren diese meist, wie im Moosreceptakel die Zähne, ihre wahre Blattnatur und sind auf die rohe materielle Grundlage reducirt, damit aus dieser reifen Grundlage die erneute Germination für Blumen und Blüthen hervorgehen kann. Es kann aber dieser Wiederaufgang nicht aus der einfachen Zerlegung und

Umgestaltung des reifen Materials des Moosreceptakels hervorgehen, sondern vor Allem aus dem durch erneute Ernährung und reichliche Saftzuströmung wieder vermehrten Material, wie schon das Auftreten von *Gefässbündeln* oder die Zunahme derselben in diesem Fortschritte beweist. So können z. B., wie überhaupt im Gewächsreiche die erneuten Gebilde nicht aus dem reifen Material der absterbenden Brakteen, Knospenschuppen u. dgl. hervorgehen, auch die Zähne der Moostheca nicht die materielle Grundlage der aus dem Moosreceptakel hervorgehenden Blattproduktion sein. Denn wie die Brakteen im übrigen Gewächsreich nicht in die Blumenkronen mit ihren Staubgefässen übergehen, sondern erst aus ihrem Untergang in der Receptakelreife der Wiederaufgang in neu erzeugten Gebilden von Blumenblättern und Staubgefässen in der *Differenzirung*, die dem *Blüthenwesen eigen* ist, auftritt, eben so geschieht der Fortschritt aus dem noch *indifferenten* rudimentären Blattwesen des Moosreceptakels in die *differente* Erscheinung von Blättchen (Brakteen) mit Sporenbehältern bei den Lycopodiaceen. Wie somit der Fortschritt aus dem reifen Blattwesen (Brakteen) in die Blume und Verstäubung nicht als einfacher Uebergang oder allmählige Metamorphose erscheint, sondern als ein völliger Umsturz in zweiseitig entgegengesetzter Differenzirung der Brakteen mit ihrem Gehalt, eben so erfolgt die Entwicklung der Lycopodiaceenvegetation aus der moosartigen in der Metamorphose der höhern Gebilde beider. Die Brakteen halten ihren Gehalt noch in der gemeinsamen Axe (hier Mooskapsel) verschlossen zurück und geben sich peripherisch dem Expansionstrieb hin, dagegen die Blumenblätter haben entweder keinen Gehalt mehr oder

sie haben ihren Gehalt ausserhalb der Gemeinschaft in selbstständiger Hülle (Anthere) gefasst wie z. B. bei den Gamopetalen, wo jedem Petalum eine Anthere aufsitzt. Wie die höhere Reife in das Gebilde dringt und die Entäusserung steigert, so wird das Innerste entäussert, so dass darum auch die Expansion und Entäusserung an der Basis der Petalen erscheint. Indem aber auch in gleicher Gegenwirkung die Wiederherstellung der Innerlichkeit durch Regermination in der Hüllenbildung des Antherenwesens entgegentritt, so erscheint das daraus entstehende Gebilde, Blattschuppe mit Sporangium oder Kapselchen, als eine Differenzirung und Umkehrung des Brakteenzustandes durch die höhere Reife und die Reaction der Regermination in Wirksamkeit der Herrschaft des Lebensprincips des *Blüthenwesens*. Denselben Vorgang in derselben Umkehrung der höhern Vegetation nimmt man in den Lycopodiaceen wahr. Dieser Fortschritt steht daher auch in einem ähnlichen Verhältnisse, wie die Differenzirung des Artokarpeenreceptakels in die Kätzchen und Fruchtzapfen der Coniferen. Zwar ist diese hier so stark, dass sie das Gewächs zum sogen. Diclinischen der Blüthen führt. Allein auch bei den Lycopodiaceen wie bei den Equisetaceen, wovon wir unten ausführlicher handeln werden, kommt öfters ein ähnlicher Zustand vor, da ein Theil der Triebe, in dem die Innerlichkeit und Fruchtartigkeit vorherrscht, fast nur Kapselchen hervorbringt und die Brakteen verdrängt wie z. B. die gipfelständigen Kapselchen bei Bernhardia, ein anderer Theil aber Brakteen ohne Kapseln trägt. Damit ist aber die Axe mehr Fruchtträger und Receptakel für die Blüthen als ein gemeines Axengebilde und geht daher in Reife wie bei den Strauchflechten

u. s. w. unter. Denn da das verhältnissmässig reichlich in dem Moosreceptakel und Moosstengel angelegte Material der Keimgrundlage für die höhere Lebensgeschichte der Fortpflanzung in erneuter Germination und vermehrter Produktion und Entwicklung verbraucht und erschöpft wird, so nimmt die Vegetation zum Fortbestand der höhern Organe und Gebilde ihre Zuflucht zur niedern Erscheinung, wie insbesondere zum Wurzelwesen mit der Regermination, um das Material derselben für die höhere in Anspruch zu nehmen. Dies zeigt sich insbesondere in jenen Lycopodiaceen, worin die Kapselchen zwischen den gemeinen Blättern unten an den Fruchtzweigen vorkommen, während auf der Spitze derselben Abnahme und Erschöpfung eintritt. So kann sich nur das höhere Leben auf Unkosten der Keimfülle des niedern noch den Fortbestand fristen, zumalen wenn wie hier auch die niedere in erneuten Trieben der Ernährung und des vermehrten Wurzelwesens der höhern entgegenkommt.

Das *einzelne Kapselchen* der Lycopodiaceen muss seinem obigen Charakter und der Entstehung gemäss höchst einfach sein. Es ist ein einfaches Hüllchen, das ursprünglich kugelig und dicht zellig ist, dessen oberflächliche Zellenschichten den Sporenbehälter ausmachen und dessen innere Zellen zu Mutterzellen von Sporen werden, wovon jede vier erzeugt, dann aufgelöst und resorbirt wird. Anfangs ist es knöpfchenförmig aus gehäuftem Zellgewebe bestehend und in sich zusammengezogen. Nicht selten ist es im ausgebildeten Zustande querlänglich, nieren- oder halbmondförmig nach den Seiten expandirt, mit breiter Basis aufsitzend und die Bucht abwärts kehrend. Es öffnet sich bei der Reife zweiklappig meist in

einer Scheitellinie oder in einer Querspalte, womit es sich dem Sporenbehälter der Ophioglosseen nähert. Zwar kommen bei Psilotum, welches nur wenige (2 — 3) Früchtchen auf der Spitze der Zweiglein trägt, diese Früchtchen meist zwei- bis dreiknöpfig, und als Kapseln zwei- bis dreifächerig und fachspaltig zwei- bis dreiklappig vor. Allein diese Zusammensetzung ist, wie schon oben bemerkt wurde, nur scheinbar, da sie nur durch Verwachsung der einzelnen Kapselchen unter sich bei der engen Zusammendrängung entstanden ist, indem sie diese aus Reaction gegen die Reife Behufs ihrer Erhaltung wie die Sporenbehälter der Marattiaceen eingehen mussten. Es ist daher sehr unrichtig, wenn sie Bischoff (Lehrb. d. Bot. I. S. 434) als Knospen deutet, deren Blättchen zu Kapselchen geschlossen wären. Die Expansion geht bei jedem Einzelnen vielmehr von innen aus und gehört dem receptakelartigen Axenwesen an, so wie es auch schon in den Antheridien der Moose angelegt ist. Auch ist es eben so unrichtig, wenn man ihr Entstehen aus den Blattwinkeln herleitet, obwohl die Sporangien bei manchen Arten auch bis in diese hinausgerückt sind. Denn bei den meisten hängt der Sporenbehälter mit dem Mittelnervchen des Blättchens unmittelbar zusammen und sitzt so mehr auf jenem als auf der Stengelsubstanz auf, also nicht in den Blattaxillen wie schon Brongniart (hist. des végét. foss.), Mohl (vermischt. bot. Schrift. S. 105 u. s. w.) und And. nachgewiesen haben.

Es ist keineswegs zu wundern, dass, nachdem man allgemein das Wesen der Staubgefässe und Antheren, der Pistille, Carpelle, Samen, Embryen als ursprüngliche Blätter und Blättchen deutete und er-

klären wollte, auch die Sporenbehälter dieser unwissenschaftlichen Behandlung unterworfen würden, da so viele Nachbeter und Compilatoren immer dasselbe wiederholen, für welches so ausgezeichnete Naturforscher wie Mohl ihre Autorität in die Wagschale legen. Denn dieser schreibt (s. dess. vermischt. bot. Schrift, S. 94): „Nachdem einmal dieses Grundgesetz, dass die Fructificationstheile der Phanerogamen aus metamorphosirten Blättern bestehen, entdeckt war, so lag die Vermuthung nahe, es möchte wohl auch der Bildung des Sporangiums, wenigstens bei den höhern mit Blättern versehenen Familien der Cryptogamen, eine ähnliche Metamorphose des Blattes wie der Bildung des Carpells der Phanerogamen zu Grunde liegen.“ Ja nun man erinnere sich, dass diese Entdeckung von einem grossen Geist, von Goethe, herrührt. Darum meint denn der blinde Auctoritätsglaube, sie wie einen Glaubenssatz predigen zu müssen! obwohl es bei einem Mohl befremdlich sein muss. Dazu wäre es vor Allem erst nothwendig gewesen, die Natur und Wesenheit des wahren Blattes genauer zu untersuchen und darzustellen, insbesondere aber den ächten Unterschied von wahrem Blattparenchym und von Mark festzustellen. Denn die *blattartige Expansion* der vegetabilischen Gebilde *beweist noch nicht*, dass sie *Blätter* sind, und wenn die Sporenbehälter auf blattartig expandirten Gebilden entstehen, so beweisst dieses keineswegs, dass sie Modificationen des *Blattparenchyms* sind, sondern dass sie auch hier aus Mark hervorgehen, indem auf dieser Stufe der Reife und Aeusserlichkeit Mark und Blattparenchym aneinander unmittelbar angrenzen, ja oft fast indifferent werden, indem Mark in Blattparenchym wie die Axenge-

bilde in Blattwesen selbst übergehen, aber *nicht umgekehrt*. Daher werden wir insbesondere bei den *Isoëteen* einen schlagenden Beweis aufführen, aus dem sich ergibt, dass, wie sonst im Gewächsreich oft durch Missbildung geschieht, dort das *Blattwesen durch Metamorphose in normaler Erscheinung von dem Fruchtgebilde* herrührt, nicht aber umgekehrt dieses von jenem.

Man hat diese irrige Lehre, dass die Fructificationstheile ursprünglich Blätter seien, insbesondere auch darauf gestützt, dass, wie die Fructificationstheile der Phanerogamen oft durch Missbildung in Blätter übergehen, auch hier Fälle vorkommen, worin der Sporenbehälter ein Blättchen wird, wie z. B. bei den Farnen, bei denen hier und da an der Stelle eines Fruchthäufchens (sorus) ein Büschel von Blättchen erscheint (s. Lindley introduct. to the nat. syst. of botany S. 313). Allein diese Erscheinung beweist *nicht für*, sondern *gegen* jene Lehre. Denn abgesehen davon, dass, wenn das Sporangium oder Carpell oder die Anthere aus einem Blättchen durch Metamorphose entstünde, das *ausgebildete Blättchen* schon *vorher* vorhanden sein müsste, damit daraus das Fructificationsorgan durch Umwandlung entstehen könnte, so beweist ja doch eben der Uebergang des Fructificationsorgans ins Blatt durch Missbildung, dass das Fructificationsorgan *kein Blattorgan* ist. Denn was ein Gebilde seiner ursprünglichen Natur und Wesenheit schon ist, in das, kann man doch nicht behaupten wollen, dass es durch Missbildung hinübergehe. Ein *Blatt* kann nicht durch Missbildung in ein *Blatt* übergehen, sondern müsste in ein Gebilde entgegengesetzter Natur durch solche krankhafte Bildung fort-

schreiten. Der Sporenbehälter entsteht, wie dies am deutlichsten die Ophioglosseen beweisen, ähnlich wie das Receptakel als Moosfrucht und die Receptakeln der Phanerogamen überhaupt, aus innerlicher centraler Aushöhlung des knöllchen- oder knötchenförmig gehäuften Parenchyms oder Markes, so dass die Entstehung und Bildung des Sporangiums aus Blattparenchym wie z. B. bei den Ophioglosseen nur scheinbar ist, indem, wie auch bei den Cycadeen u. s. w. nachgewiesen werden wird, diese blattartigen Gebilde, aus denen die Fructificationstheile und Organe hervorgehen, nur durch übermässige Reife in blattartige Expansion wie die Carpelle übergeführte ursprüngliche Ansätze zu Axengebilden sind. Daher erscheinen auch die Sporangien überall noch neben Axengebilden, deren Seitenaxen durch Reife in sie übergegangen sind. Allerdings erlangen sie auch die *selbstständige* Erscheinung, welche dem Fruchtwesen überhaupt eigen ist, und gehen wie die Carpelle durch Reife auch in Blattexpansion über, sind aber dennoch ursprünglich eben so wenig Blattorgane als diese.

Darum herrscht auch hier wie im Receptakel überhaupt nicht nur hohe centrale Expansion, sondern auch wie in den Ophioglosseen und folg. der Aufbruch der Spitze wie bei den Receptakeln überhaupt.

Darum könnte man auch die Kapselchen der Lycopodiaceen Partikularkapselchen der Mooskapsel nennen, da man sich den Fortschritt dieser Bildung aus einem Zerfallen und Untergang der ganzen grossen Mooskapsel im Wiederaufgang in Theilen, die in Qualität dem Ganzen gleich werden, vorstellen und in Analogie mit dem Aufsprossen des Blüthenreceptakels in die Staubgefässe, die selbst blüthenre-

ceptakelartig auch im Bau erscheinen, stellen kann. Es steht somit dieser Vorgang im Wesen der Fortpflanzungsgeschichte, da ein grosses Ganze untergeht und sich in den verjüngt erscheinenden Theilen wiederholt, was wir auch schon bei den Flechten im Fortschritt aus der grossen Scheibenfrucht der Parmeliaceen in die vielen kleineren Apothecien der Cladonieen nachgewiesen haben.

Eine weitere merkwürdige Erscheinung zeigt sich darin, dass bei manchen Arten von Lycopodium wie z. B. Lycopodium denticulatum, Lycopodium helveticum u. a. *zweierlei Sporenfrüchtchen* in einem sogen. verschiedenfrüchtigen Fruchtstande vorkommen, so dass die *obersten* in eine dichte Aehre zusamengedrängten Kapselchen, welche etwas *kleiner* und seitlich flach nierenförmig und den Früchtchen der Arten mit gleichfrüchtigem Fruchtstande ähnlich sind, *viele sehr kleine Sporen* enthalten, dagegen die am *untern* Theil der Aehre stehenden, welche etwas *grösser* und kugelig oder abgerundet tetraëdrisch sind und in den Winkeln von entfernter stehenden Deckblättern sich befinden, zwar nur *vier*, aber unverhältnissmässig *grössere irrig Sporen genannte Keimkörner* in sich als einfächerigen 3—4 klappig aufspringenden Sporenbehältern einschliessen. Beweist diese Erscheinung, dass die Gebilde, indem sie im Zustand der Reife und nahenden Erschöpfung ihrer Vegetationskraft stehen, sich nach der Grundlage erneuter Produktion oder der Basis der Pflanze, wo diese in Wurzelwesen die Regermination hat, zurückziehen, so liegt in ihr schon die erste Andeutung des Uebergangs zu jenem wichtigen Zustande der folgenden Familien dieser Ordnung, worin alle Gebilde, zumalen aber die Blätter, ja auch selbst die Früchte, wie z. B. in den Rhizokarpeen und

Isoëteen nicht nur an und zwischen den Wurzeln der Pflanze sitzen, sondern hier und da für sich eigene Wurzeln haben, woraus denn die Wiederkehr üppigerer Produktion derselben in dieser verjüngten Wiederernährung verständlich wird. Dieser Vorgang entspricht dem Wesen des von uns dargestellten allgemeinen Lebensprincips dieser Ordnung der Gonatopteriden vollkommenst. Denn nachdem in der Receptakelerscheinung der Laubmoose die höchste Reife eingekehrt ist, so kann die folgende Vegetation, wie die Blüthenerscheinung zwischen der Reife der Verstäubung und der erneuten Germination und wiederverjüngten Axenerscheinung des Pistills steht, nur in der Schwebe zwischen den Lebensfaktoren der höchsten Reife und Erschöpfung, so wie der Regermination und verjüngten und vermehrten Wiederherstellung aus der Erschöpfung und Verzehrung zwischen Abschluss und Wiederanfang des Pflanzenlebens erscheinen. Da aber die Reife im Receptakel bis zur Spitze vorgedrungen, so kann die Regermination und erneute Produktion nur *abwärts und peripherisch* wiederhergestellt werden. Daher setzen sich die Kapselchen nicht nur in Gipfelinflorescenz *zuerst* an (wie auch bei den Osmundaceen u. a.) sondern rücken in folgenden Arten tiefer am Träger herab und es erlangen hier bei den doppeltfrüchtigen Aehren die unten zwischen den gemeinen Blättern stehenden einen reicheren Inhalt, der dadurch schon an das gemeine *Knospenwesen* grenzt, womit die Früchte der Akotylen im Allgemeinen fast *indifferent* erscheinen. Denn die in erneute Germination und Entwicklung fortschreitenden Früchte erscheinen, wie es bei dem Moosreceptakel nachgewiesen wurde, auch im Charakter des *Knospenwesens*, was

da, wo es in der niederen Erscheinung nur als materieller roher Gehalt der Keimgrundlage auftritt, mit der Erscheinung des *Wurzelknollens* (wie z. B. bei den *Rhizokarpen*) zusammenfällt. Dieser Fortschritt in das niedere mehr der Aeusserlichkeit und Entwicklung in erneuter Germination geneigte Gebilde ist aber in dieser Klasse um so leichter als die Früchte selbst in dieser ganzen Klasse der Wurzelherrschaft und Aeusserlichkeit noch nicht die höhere Innerlichkeit wie die Früchte des übrigen Gewächsreichs haben. Demgemäss ist hier auch in diesem Antriebe zur *Regermination* und erneuten *vermehrten Produktion* der Inhalt durch einen Zellenentwicklungsprocess schon zur Produktion eines zarten Zellengewebes fortgeschritten, wodurch diese Keimkörner den grösseren von Isoëtes verwandt sind (s. Bischoff die kryptogamischen Gewächse S. 110) und wie diese als *innerliche* Brutknöspchen oder Wurzelknöllchen erscheinen, die in sehr naher Verwandtschaft mit dem Embryo der Phanerogamen stehen, so dass sie auch *zusammengesetztzellige embryoartige Keime* genannt werden könnten. Daher nimmt auch bei den Lycopodiaceen in demselben Maase als abwärts die Regermination wieder einkehrt, die Reife auf der Spitze der Pflanze immer mehr zu, so dass dort endlich keine Früchtchen mehr, sondern höchstens nur, wie z. B. bei Lycopodium Selago noch zu Bulbillen verkümmerte Knospengebilde als Früchte erscheinen können, während die Spitze aus der erneuernden Gipfelknospe zur vorherrschenden Reife und Blattentwicklung fortgerissen wird. Daher zieht sich darum die Fruchtbildung immer weiter nach der Basis und dem durch Wiedererernährung verjüngenden Wurzelwesen hinab. Dagegen wird die

Spitze, bis zu der auf dieser Stufe die Reife, welche ursprünglich bei den Akotylen von der Basis ausgeht, eingedrungen ist, immer mehr in Entwicklung erschöpft und gebrochen, wovon in den folgenden Familien weitere Belege vorkommen werden. So tritt auch in dieser Lebensgeschichte eine *Umkehrung* ein, wie überhaupt in der Erscheinung der Vegetation *über* die Receptakelerscheinung hinaus im Vergleich mit jener *unter* dieser. So kommen denn auch in obigen Arten wie z. B. Lycopodium Selago, L. lucidulum u. a., welche keine wahre Fruchtähre mehr haben, die Kapselchen in den Blattwinkeln der ganzen Länge der Zweige nach zerstreut vor, so dass also das Blattwesen über die Kapselbildung die Oberhand hat. Da demnach auf der Spitze das üppigst knospende und entfaltende, aber dennoch gehaltlose, gleichsam entleerten Fruchthüllchen ähnliche Blattwesen die Vegetation dieser Pflanzen beherrscht, so muss in dieser höhern Reife, welche nun auch von der Spitze her immer tiefer eindringt und schon ursprünglich an dem Grunde der Pflanze auftritt, indem die Lycopodiaceen wie die Moose und niederen Akotylen vom Grunde her allmählig absterben, endlich nachdem auch die erneute Keimfülle des Grundes erschöpft ist, damit der Abschluss dieser Lebensgeschichte eintreten. Die höchste Erschöpfung wird man in Bernhardia mit letzter *schwächster* Gipfelproduktion gewahr.

In den einzelnen Kapselchen oder Sporangien erscheint eine reiche *Sporenproduktion*, obgleich dafür ohnehin schon durch die so grosse Anzahl der Früchtchen gesorgt ist. Bei den gleichfrüchtigen Aehren und den oberen Früchtchen des verschiedenfrüchtigen Früchtstandes kommen in dem einzelnen

Früchtchen sehr viele, obwohl nur sehr feine Sporen vor. Nach Mohl (s. dess. vermischt. bot. Schrift. S. 70) erscheinen die Mutterzellen (Zellensporangien) anfangs als sehr zarte Bläschen in einer schleimigen körnigen Flüssigkeit, welche allmählig verschwindet. Sie erzeugen vier staubfeine Sporen, die anfangs zusammenkleben, später, nachdem die Mutterzellen resorbirt worden, bei der Reife frei im Sporenbehälter liegen. Willdenow sah dieselben bei Lycop. clavatum keimen, ohne den Vorgang jedoch zu beschreiben (s. dess. Spec. plant. unter dieser Pflanze). Von den grössern untern Früchten bei dem verschiedenfrüchtigen Fruchtstande, welche vierknöpfig erscheinen, schliesst jede *vier grosse Keimkörner* ein. Diese grössern, deren Keimung zuerst von Brotero und Salisbury beobachtet und (in Transact. of the *Linn.* societ. vol. XII) beschrieben, in jüngster Zeit aber von G. W. Bischoff und And. gründlichst untersucht und dargestellt wurde (s. G. W. Bischoff die kryptogam. Gewächse, 2. Lief.) sind aus sehr vielen kleinen Zellchen zusammengeballte Keimkörner und entwickeln aus ihrem zelligen Inhalte bei der Germination das junge Pflänzchen *ohne Vorkeim* und mit einer *wahren Wurzel* wie die sog. *Brutknospen* der vorausgehenden Ordnungen. Obgleich Antheren und Früchte, Antherenfächer und Samen in der Klasse der Akotyledonen im Allgemeinen noch fast *indifferent* erscheinen und die *wahre* Blüthendifferenz dieser Gebilde erst am Ende der Klasse hervortritt, so zeigt sich doch eine *anfangende* Regung zu jener höhern *Differenz* und dem *Dualismus* des Blüthenwesens in diesen *zweierlei Keimkörnern* darin, dass die untern Früchtchen, welche mit grösserer Innerlichkeit und mit der Grundlage reich-

licherer Ernährung erscheinen, einen innerlichen Zellenentwicklungsprocess in Regermination und vermehrter Produktion als Uebergang zu einem *zusammengesetztzelligen Embryo* enthalten, obwohl dieser noch nicht in dem ausgebildeten Zustande und dem höhern Embryencharakter erscheinen kann, der bei den Embryen der Phanerogamen vorkommt und daher hier noch vorzugsweise im Wesen von Brutknospen oder Wurzelknöllchen steht. Wir haben schon bei der Abhandlung über die Moosfrucht dargethan, dass die Sporenbehälter der Gonatopteriden und Farne sich der Erscheinung von *Samenschalen* oder vielmehr von *Karpellen* der Kotyledoneen *nähern*, denen insbesondere die ächtberingten sehr nahe stehen. Diese Annäherung ist nun in diesen *grössern* uneigentlich Sporenbehältern genannten Kapselchen mit *vier grössern* zusammengesetztzelligen Keimkörnern, die *uneigentlich Sporen* genannt werden und vielmehr zusammengesetztzellige *Embryengebilde* sind, auch durch die Natur des *Inhaltes* noch deutlicher ausgesprochen, obwohl die *Samen* mit *mehreren* (hier 4) *Embryen* zu *den Seltenheiten* gehören (wie z. B. Funkia *Spreng.*, Polyembryum Adr. Juss., Cynanchum u. a., welche drei und mehr Embryen in *einem* Samen regelmässig oder zufällig enthalten). Darum könnte man sie vielmehr schon als *karpellartige* Gebilde bezeichnen, in die die kleinsporigen Kapselchen, die den *Antheren loculis* entsprechen, durch vermehrte Reproduktion, wie überhaupt die *Staubgefässe* in *Karpelle* übergehen, *fortgeschritten*. Jedenfalls stellen sie doch ein *Mittelgebilde zwischen antheren- und fruchtartiger Erscheinung* dar. Dass aber gerade *vier* zusammengesetzte Keime in ihnen sind, mag wohl daher kommen, dass man sich, wie es scheint, vorzustellen hat, es bilde

sich in jedem dieser grössern Kapselchen nur *eine Mutterzelle* (gleichsam wie ein Embryosack), deren *vier* Sporen (oder Specialmutterzellen) anstatt in den wahren Sporenzustand durch Verhüllung von einer äussern aus rudimentären Zellchen bestehenden Sporodermis überzugehen, bei der Herrschaft der Regermination und höhern Produktionskraft mit reichlicherem Material in *diesen* untern Kapselchen zu einem Zellenentwicklungsprocess fortgeführt werden, woraus die zusammengesetztzelligen Körperchen als *Embryen* statt der elementaren Sporen hervorgehen.

Durch dieses Auseinandertreten der entwickelten Moosfrucht in diesen, obwohl noch niedern, Grad des *Gegensatzes* von *Karpellen* als grösseren Behältern zusammengesetzter Keime (Embryen) und von *Antherensäckchen*, die aber noch als wahre Sporenbehälter erscheinen und die wahre Natur des Staubgefässes und Pollens eben so wenig erlangen, als diese Karpelle der *wahren* Frucht oder den Karpellen der Kotyledoneen gleichkommen, ist offenbar schon eine grössere Annäherung zum Dualismus des Blüthenwesens eingekehrt, als in der Mooskapsel herrscht, da zwar auch in ihr dieser Gegensatz in der Innenhaut mit dem Sporengehalt und in der Gesammthülle mit der Columella schon die beginnende Selbstständigkeit der Gebilde mit sich führt, aber die vollständige Selbstständigkeit auch in differenter gesonderter Erscheinung beider Blüthentheile noch nicht wie in diesen Fällen der sogen. verschiedenfrüchtigen Lycopodiaceen erreicht. Könnte man daher mit einem allgemeinen Ausdruck diese blüthenartige Beschaffenheit der entwickelten Moosfrucht als *hermaphroditische* bezeichnen, so wäre

sie in den *verschiedenfrüchtigen Lycopodiaceen* mit gesonderten Antherensäckchen und Karpellen schon *monöcistisch.*

Demnach hat *diese* Erscheinung, welche schon im Princip des *beginnenden Blüthenwesens* steht, *keinen weiten Weg* mehr bis zur *vollständigen* Erreichung der *wahren Blüthenerscheinung* in den *Rhizokarpen*, obwohl sie auch schon der höhern Blüthenerscheinung auf der Spitze dieser ersten Klasse in den *Cycadeen* ziemlich nahe kommt. Denn auch in diesen erscheinen äusserliche nakte, obwohl *einsamige*, *Karpelle*, die man bisher für *nakte Samenknospen* ausgegeben hat, und Antherensäckchen.

Allein wie die Verschiedenheit dieser beiden Blüthenerscheinungen hauptsächlich darin liegt, dass die eigenthümliche *Spannung* der *Gegensätze des wahren Blüthenwesens* zu einer *weit höhern* Gradation gestiegen ist, so haben einestheils die *Cycadeen* den Gegensatz dieser Blüthen im höhern Grade der *Diöcie.* Anderntheils ist dieser höchst gesteigerte Gegensatz des Blüthenwesens darin ausgedrückt, dass, wie die Antherensäckchen der Cycadeen zu höherer Reife und Erschöpfung als die Sporenbehälter also zur Natur der wahren Verstäubung fortgeschritten sind, was schon daraus hervorgeht, dass sich diese elementaren Keime (Pollenkörner) nicht mehr selbstständig ausserhalb der Mutterpflanze, wie der Sporenschlauch zum Proëmbryo, entwickeln können, eben so auch die *Karpelle* in Steigerung des gegentheiligen Lebensmomentes der Fruchterscheinung in vermehrter Reproduktion, erneuter Zunahme des Materials und in Kraft der Innerlichkeit mehr erstarkt sind, als die Karpelle in ihrer Natur von sogen. grosskeimigen Sporenbehältern der Lycopodiaceen und Isoë-

teen. In dieser höhern Kraft der Regermination, der Verjüngung und erneuten Vermehrung können darum die *Karpelle* der *Cycadeen*, welche eigentlich nur *Karpelle* im *Ansatze* sind, was eigentlich *jede* Samenknospe *im* phanerogamen Pistill gleichfalls ist, auf folgender Gradation in Metamorphose zur Erscheinung von *höheren, mehrsamigen Karpellen* bei den *Palmen* also zur höhern Natur des Blüthenwesens fortschreiten, während die Karpelle als sog. grosskeimige Kapseln beim Vorherrschen des Reifemomentes diesen Fortschritt zur höhern Erscheinung *nicht* erlangen, sondern bei ihrem *Charakter der Reife* dieser Erhebung durch Metamorphose zu wahren Karpellen nicht fähig sind. Eben so können die kleinsporigen Kapselchen hier noch keine *wahren* Antherentheken werden. Beide Gebilde sind noch im *Vorherrschen der Indifferenz* der Theile durch ihren Charakter von Reife und Aeusserlichkeit bei beiden gegen eine weitere Entwicklungsgeschichte und Metamorphose abgeschlossen, so dass sie *nicht* das *höhere* Blüthenmoment der Phanerogamen in der wahren Differenz mit der gleichzeitigen innigsten Gegenbeziehung der Gegensätze zur gegenseitigen Ergänzung erlangen können, obwohl sie schon auf dem Wege dazu begriffen und darauf weit vorgeschritten sind. Darum ist auch noch ein grosser Unterschied zwischen der dicken harten Hülle der sogen. Samen oder einsamigen Karpelle der *Cycadeen* und der verhältnissmässig *schwachen Hülle* des *vierkeimigen Kapselchens* der *Lycopodiaceen* und *Isoëteen*. Um daher in sich selbst, was ihnen in äusserer Hülle an Innerlichkeit zur Erreichung des Embryozustandes abging, zu ersetzen, haben diese sogen. grösseren Keimkör-

ner oder Embryen eine Umkleidung ihrer Oberfläche mit einem festen höckerig rauhen *Ueberzug* erlangt, der öfters auch in netzförmig bienenzelliger Gestalt erscheint und in drei Streifen oder Rippchen hervorspringt, so dass er aus einem zelligen Bau von rudimentären Zellchen zu bestehen scheint.

Zweite Familie.

Die Characeen (Armleuchter).

Das Alte stürzt, es ändert sich, die Zeit;
Und neues Leben blüht aus der Ruine.
SCHILLER.

Gattungen; Nitella *Agardh,* Chara *Agardh.*

1) *Allgemeiner Erscheinungscharakter.*

Im süssen Wasser oder am Meeresufer untergetauchte, am Boden wurzelnde jährige oder perennirende Pflanzen ohne wahre Epidermis und ohne eigentliche Gefässe mit Haarwurzeln. Die Wurzelhaare wirtelig um die angeschwollenen Gelenke, am untern Theil des Stengels zahlreich einfach, die Gelenke bestehen jedes aus einer Röhrenzelle mit einem Büschel feiner Röhrenzellchen an ihrem Ende. Stengel und Rhizom unmittelbare Fortsetzungen von einander, beide gegliedert, die Glieder des Rhizoms am obern Ende knotig angeschwollen. Stengel stielrund, dünn, schlank, ästig, gegliedert, grün, unbeblättert, oft durchscheinend, besteht bei manchen aus einfachen, häutigen, glatten, übereinander aufgesetzten, durch Querhäute an den Enden geschlossenen, langgestreckten, röhrigen, walzigen

Zellen, durch deren Absätze die Gliederung entsteht, mit quirligen, aus Gelenken bestehenden, gegliederten, einfachen oder getheilten Aestchen (Astquirle); bei den meisten aber hat jedes der übereinander aufgesetzten Glieder eine Centralzelle, um welche im Umfang mehrere nach der Rechten hin spiralförmig mehr oder weniger gewundene dünnere Röhrchen herumlaufen (berindete Stengel), wodurch ein gestreiftes Ansehen entsteht. Diese Stengel sind meist von einer feinkörnigen Kalkkruste überzogen, oft auch stachelwarzig oder borstig. Die Zweige, wo solche vorkommen, sind hier gleichfalls in quirliger Stellung (Astquirle), so dass oft auf diesen wieder besondere Quirle von kleinern Zweiglein (Wirtelästchen) vorkommen. Blätter fehlen. Brutknospen quirlig sternförmig angeordnete Röhrenzellen um die Gelenke mit vielen kleinern verbundenen Zellchen umgeben. Papillenähnliche Zellchen, oft Zähnchen oder Borsten oder Stachelchen, oft auch Warzen gleichend, stehen bald zerstreut bald büschelweise auf dem Stengel, meist aber zu einem ein- oder mehrfachen Quirle oder Kranze am Grunde der Blüthen, der Astquirle, oft auch der Wirtelästchen gehäuft. Oft stehen sie nur halbquirlig auf der vordern oder inneren der Axe zugekehrten Seite der Aestchen, meist sind auch diese beim vollen Quirle grösser als die äussern. Blüthen zweifach, Antheridien und Sporokarpien, ungestielt an den Gelenken der Aeste auf deren innerer Seite in den Winkeln der Borsten, oft auch in den Winkeln der Gabeltheilungen der obern Aeste sitzend. Antheridien und Sporokarpien selten getrennt auf verschiedenen Individuen (Diöcie), sondern meist auf den Gelenken beisammen und zwar Antheridien und Sporokarpien

innerhalb der sog. Deckblättchen, so dass das Sporokarp (oder mehrere) die Mitte einnimmt, die Antheridien (wie die Staubgefässe der Phanerogamen) peripherisch erscheinen; oder der Fruchtanfang ist innerhalb der sog. Blüthenhülle, das Antheridium (oder mehrere) ausser- und unterhalb derselben; oder das Antheridium steht in der Gabeltheilung der Aestchen und das Sporokarp ein wenig entfernt unterhalb derselben. Die Antheridien sind sehr kleine rothe frühzeitige Kügelchen, deren durchscheinende netzförmig aussehende Haut aus keilförmigen flachen Zellchen zusammengesetzt ist, die von bestimmten (6—8) Punkten des Umfangs partheienweise strahlig ausgehen, so dass diese Haut auch bei der Reife in 6—8 dreieckige Klappenstücke zerfällt. Von diesen Punkten gehen eben so viele Röhrenzellen strahlig nach dem Mittelpunkte des Kügelchens, wo am innern Ende der Röhrenzellen zarte farblose queerstreifige gegliederte Fäden erscheinen, welche miteinander einen Fadenknäuel als Inhalt des Kügelchens formiren. In den Röhrenzellen und auf der Innenseite der Klappenstücke befindet sich ausserdem ein rothkörniger Stoff. Das Sporokarp ist eine nakte Spore ohne Fruchthülle mit ungewöhnlich grossem Sporenschlauch und üppig in 5 Röhrenzellen ausgebildeter äusserer Sporodermis, walzig oder eiförmig. Bei den berindeten Pflanzen ist es von fünf spiralig nach der Linken den Fruchtkern in mehreren Windungen umhüllenden Röhrchen umschlossen, welche auf der Spitze in fünf freien Vorsprüngen (Krönchen, coronula genannt) hervortreten und in ihrem Verlauf auf der innern Seite untereinander innigst zur Bildung einer äussern dicken, braunen Sporodermis verwachsen sind. Der Sporenschlauch ist

sehr zart und farblos und enthält eine Masse Stärkmehlkörner mit Schleim.

2) *Form- und Entwicklungsgeschichte.*

Nicht leicht hat wohl eine andere Pflanzenfamilie der systematisirenden Botanik so grosse Schwierigkeiten bereitet als die *Characeen.* Jussieu vereinigte sie mit seiner Familie der Najaden. Die meisten Botaniker, ja selbst in neuester Zeit noch, wie z. B. Endlicher, haben sie unter die *Algen* gemischt. Schleiden (Grundz. d. wissensch. Bot. II. S. 45) weisst ihr eine Stelle weit von den Algen, aber auch eben so weit von den Geschlechtspflanzen an. Doch hat er sich über ihre wahre Stellung nicht entschieden ausgesprochen, da nach seiner Erklärung diese kleine Gruppe der Charen, aus den beiden nur anatomisch zu trennenden Geschlechtern Chara und Nitella bestehend, bis jetzt schwer irgendwo unterzubringen sei und fügt bei: „Vielleicht klären uns spätere Untersuchungen oder Entdeckungen noch über ihre eigentliche Verwandtschaft auf.“ Der Naturwahrheit kam Bartling schon viel näher, welcher (ord. nat. plant. S. 20) schreibt: „Characeas, quamvis vasculis et epidermide perfecta destitutas et ob structuram simpliciorem ad Algas accedentes, cum Equisetaceis in unam classem naturalem esse jungendas, habitus, omnium vegetationis partium indoles et alia plura suadent.“ Doch da auch hierin noch keine Begründung, vielmehr nur eine subjective Bestimmung nach Habitus enthalten ist, so ist diese hier um so strenger und ausführlicher gefordert.

Im Ziel der receptakelartigen Erscheinungsweise der *Laubmoose* herrscht zwar schon eine hohe Entwicklung und Reife der Vegetation dieser Klasse wie

man schon aus den *reactionären* Gegenanstalten des Erhaltungstriebes und der Zurückziehung des Gehaltes in Hüllen und in den Embryozustand abnehmen kann. Allein dennoch tritt hier noch nicht die höchste Entwicklung derselben auf. Vielmehr ist das Material in Fülle noch gegen die Entwicklung innerlich in knospiger Grundlage des Receptakels und in Mark des Stengels angehäuft. Darum konnte auch aus dieser Grundlage des innern Gehaltes eine weitere erneute erhöhte Entwicklung und eine vermehrte Produktion über diese receptakelartige knospige Moosvegetation hinaus in den *Lycopodiaceen* fortschreiten. Eben diese reichlichere Produktion, die in der Wiederhingebung der Keimfülle an die äussere Abhängigkeit und Entwicklung erfolgt, wird aber, da sie bald zum *Extrem* der *Uebertreibung* gelangt, auch Grund, dass nun bei den *Lycopodiaceen* nicht nur kein *solcher* innerlicher Rückhalt mehr statt finden kann, indem der letzte Rest der materiellen Grundlage entäussert wird, sondern auch, dass dadurch endlich die völlige Erschöpfung in der gänzlichen Hingebung des Materials an die Reife, Auflösung und Entwicklung einkehren muss, die an den Untergang der Erscheinungen grenzt. Darin gibt sich somit dasselbe Ziel der Lebensgeschichte im Uebergang aus den *Laubmoosen* in die *Lycopodiaceen* kund, welches in dem letzten nur noch sehr schwachen Aufsprossen aus dem Receptakel überhaupt in die Erscheinung des Staubgefässkranzes auftritt. Im Allgemeinen ist dieser Fortschritt schon aus einer flüchtigen Vergleichung der Erscheinung der *Laubmoose*, die meist äusserst kleine Pflänzchen sind, mit der für diese Stufe so reichlichen Produktion und Grösse der *Lycopodiaceen* zu erkennen.

Wenn man ferner den verhältnissmässig auf dieser Stufe schon so üppig erscheinenden Reichthum an einer übergrossen Zahl und Menge der Blättchen, der Sporangien und Wurzelzasern so wie die Grösse der langen kriechenden Stengel bei den Pflanzen der *Lycopodiaceen* wie z. B. bei Lycopodium clavatum L. selaginoides u. a. auf dem Eingange der Familie mit der in demselben Grade erschöpften auf's Minimum reducirten Erscheinung am Ende derselben zusammenstellt, wo Psilotum oder Bernhardia mit nur noch äusserst kleinen schuppenförmigen angedrückten entfernt stehenden Blättchen, mit wenigen sehr kleinen Kapselchen und einem starren aufrechten dreiseitig expandirten Stengel erscheint, so wird man sich von dem regen Bildungswechsel und dem hier herrschenden raschen Steigen und Sinken der Produktion hinreichend überzeugen. Auch in diesem Vorgang erscheint die Laubmoospflanze wie eine ruhende Knospe, die in den Lycopodiaceen rasch in reichliche Entwicklung fortschreitet, darin aber erschöpft wird. Obgleich im Uebergang der Moose in die Lycopodiaceen die erneute Germination und Verjüngung eingekehrt ist, so herrscht darum doch bald auch wie in den Staubgefässen die Reife und Entäusserung vor, womit die Erschöpfung und der Untergang bis auf die Keimgrundlage eintritt, so dass die *Characeen* daraus durch erneute Germination hervorgehen.

Gehen wir von diesem Lebensmoment in der Metamorphose der *Characeen* durch Germination der Keimgrundlage der *Lycopodiaceen* weiter, so ist daraus schon der Grund ersichtlich, wesswegen, was wir schon oben angedeutet haben, die Characeen in äusserer Erscheinung und im Totalhabitus fast nichts

mehr von der Eigenthümlichkeit und Charakteristik der vorausgehenden Kreise der Lycopodiaceen und Moose zeigen. Vielmehr erscheinen sie dem äussern Aussehen nach als ein Gegentheil der eigenthümlichen Erscheinungsweise der vorausgehenden. Denn schon eine flüchtige Vergleichung der Aeusserlichkeit beider beweisst, wie gross der Unterschied und die Umkehrung der Erscheinung ist, da nun die Herrschaft der Germination und Entwicklung aus den Keimen die Gestaltung bestimmt, während sie dort vorzugsweise das Gepräge der vollendeten Pflanze in der Fruchtreife trug.

Diesemnach erscheint der Fortschritt aus den *Lycopodiaceen* in die *Characeen* mehr als ein *Sprung* und *Gegensatz*, denn als allmählige Metamorphose und Umwandlung der vorausgehenden Vegetation, obgleich eigentlich der Anfang dazu schon in den *Wurzelzasern* der Lycopodiaceen liegt. Da die Lebensgeschichte auf dieser Stufe zwischen den Gegensätzen der *Blüthen* schwebt und in den *Lycopodiaceen* der Zustand höchster Reife und Entäusserung im Lebensprincip der *Verstäubung* vorherrscht, so folgt in den *Characeen* das andere Lebensmoment der *vorherrschenden Pistillartigkeit* nach, welches in der erneuten verjüngten Wiederherstellung aus dem Untergang in Reife durch die Uebereife oder Regermination begründet ist und der *innerlichen* Germination der Gebilde im *Pistill* vorzugsweise entspricht. Darum wird *hier* diese Metamorphose auch nicht durch die *äusserliche* Germination *allein* vollführt, obwohl sie damit hier noch beginnen muss, sondern kehrt sich aus der Ausserlichkeit zur *vorherrschenden Innerlichkeit* um. Daher stehen diese beiden Familien in demselben entgegengesetzten

Verhältnisse zu einander, wie Verstäubung und Pistille. Wie daher, wenn die Pistille heranwachsen, die Verstäubung eintritt und die Staubgefässe in Reife verschwinden, so ist auch hier ein ganz neuer zu der vorausgehenden Vegetation fremdartig erscheinender Charakter und ein wie im Pistill und in Frucht, wenn man sie mit der Erscheinungsweise der ihr vorausgehenden Vegetation vergleicht, ganz verändertes Gepräge und Aussehen eingekehrt. Daher wird man schon bei den Lycopodiaceen gewahr wie in demselben Verhältnisse als der Stengel in sich zerfällt und der Gehalt in Seitentrieben entäussert wird und die Verschrumpfung des Blattwesens einkehrt, auch eine erneute Germination aus dem Stengel in *üppigen Wurzelzasern* hervordringt. Daher besteht bei den niedersten Arten der Characeen fast das ganze Axengebilde aus einer Prolification von langgedehnten starken Wurzellzellen, die zwar noch keine Wurzelzasern mit Gefässen sind, aber sich denen der Lycopodiaceen durch ihre Grösse nähern. Denn da die Pflanzenaxe nach der Verstäubung der Lycopodiaceen von Neuem durch die erneute Germination wie im Pistill oder Vorkeim und wie z. B. in den Fadenalgen aufgebaut werden muss, so beginnt sie mit den *germinirenden elementaren Keimen*, die im Allgemeinen in dieser Klasse als *gedehnte Sporenschläuche* oder als Wurzelzellen erscheinen, die den Embryo- und Keimzustand verlassen haben, und wie der sich nach der Befreiung von der Hülle verlängernde Pollenschlauch in die Keimung fortschreiten.

Allein diese Germination aus den elementaren Wurzelzellen oder Sporenkeimen unterscheidet sich wesentlich von jener ersten in den Fadenalgen schon darin, dass hier die Vegetation im Gegensatze gegen

die gesteigerte Reife schon den Uebergang zur *Pistillartigkeit* und damit die höhere Kraft der *Innerlichkeit* und *innerlichen* Germination erlangt hat, so dass darum der innige Zusammenhang in Verbindung der Theile zur Einheit der Axenartigkeit über die lockere, lose, proembryenartige Erscheinungsweise, die bei den Fadenalgen vorkommt, das Uebergewicht hat. Wie daher die elementaren Keime auf der niedersten Stufe wie z. B. die Diatomeenzellen und überhaupt die Sporen in den Gliederalgen u. a. ohne äussere Sporodermis nakt erscheinen, so dass der Embryozustand und die Germination, Anfang und Ende der Pflanze, unmittelbar aneinander grenzen, so besteht auch jedes Stengelglied bei Nitella aus einer langgestreckten, einfachen, nakten, wurzelnden Zelle. Wären diese elementaren germinirenden Keime der äussern Germination in dieser Abhängigkeit von aussen völlig hingegeben, so könnten in diesem Zustande, wenn auch nicht Auflösung und Untergang derselben erfolgte, doch beim Vorherrschen der Wurzelartigkeit nur thallus- oder proembryenartige ungeregelte Gebilde wie bei den Süsswasseralgen u. s. w. noch nicht aber aufsteigende Axengebilde producirt werden. Und wirklich findet man auch dergleichen confervenartigen Gebilde an den einzelnen im Wasser befindlichen Stengelgliedern der Characeen wie z. B. bei chara hispida u. a., obwohl hier schon inniger Zusammenhang statt findet. Diese Bindung und Ueberführung des Wurzelwesens in die Natur der Axenartigkeit und Innerlichkeit nimmt aber fortschreitend zu, so dass bei jedem Stengelglied von Chara die Centralzelle von einem Verein schmälerer wie verkümmert und vertrocknet aussehender, eine Hülle um die Centralzelle bildender peripherischer

langgestreckter Zellen umgeben wird. Denn dies ist der Gewinn, den das Leben von der gegenseitigen Durchdringung der höchsten Lebenstriebe der Reife und Regermination in der vorausgehenden Lebensgeschichte errungen hat, dass beide im gesetzlichen Ebenmaas zusammenwirken und keiner von beiden ohne die geregelte Beschränkung und ohne die nach Erforderniss abgemessene Gegenwirkung des andern thätig ist. Wie sich daher das Leben überall in dem Moment der Verstäubung und in der Aussaat der Samen überhaupt der vollsten Entäusserung in Reife und dem äussern Geschick in Abhängigkeit von der äussern Natur hingeben kann, weil es in sich selbst, in Frucht und Samen und überhaupt im Embryostand die Kraft der Innerlichkeit und Selbstständigkeit erlangt hat, um sich gegen die Destruction in äusserer Abhängigkeit sicher zu stellen, eben so kann es in dieser sechsten Ordnung und vor Allem in den Characeen die äussere Germination in Aussaat der elementaren Keime als Wurzelzellen eingehen und dennoch dabei durch peripherische Reaction und Hüllenbildung die Erhaltung gegen den Entäusserungstrieb des Uebermaases äusserer Germination wie im *Pistill* sichern, weil seine Erscheinungen hier zwischen den Extremen des Blüthenwesens schweben, die es beide durchwandert. So sehr also die Characeen ursprünglich durch und durch Wurzelwesen und der äussern Germination im Wasser unmittelbar unterworfen sind, so haben sie dennoch auch eben so sehr die *Reaction* dagegen in Bindung des Wurzelwesens, so dass daraus die entgegengesetzte Bildung mit verwebten gebundenen Fäden, das *Axenwesen*, hervorgeht. Darum kehrt auch dieser Bindungstrieb mit dem Gesetze erneuter vermehrter

Produktion und Hüllenbildung da ein, wo ursprünglich das Wurzelwesen die höchste Herrschaft hat, nämlich im *Umfange* der Pflanze, während in der Centralität die höhere Reife, Zersetzung des Inhaltes und die von innen ausgehende Expansion der Centralzelle herrscht. Dies ist somit eine Umkehrung in einen dem eigentlichen Wurzeln *entgegengesetzten* Zustand also in die Natur der Pistill- oder Axenartigkeit.

Dieser Trieb zur Bindung, Verdichtung, Erstarrung und somit zur Hüllenbildung auf der Peripherie herrscht nicht nur im ganzen Axengebilde, nämlich in dem innigeren Zusammenhange der einzelnen auseinander wie Zellen in perlschnurförmig gegliederten Zellenfäden durch sogen. Abschnürung aufsprossenden Stengelglieder, die zur Einheit des Axengebildes zusammenschliessen, sondern noch mehr in der geregelten geselligen Anordnung und Verwachsung der *peripherischen* Röhrenzellen untereinander, so dass sie in dieser Einigung gleichsam wie Bastzellen erscheinen und eine Hülle oder Rinde um die Centralzelle formiren. Das Lebensmoment, wozu die Ordnung der Süsswasseralgen erst nach einer Stufenreihe von mancherlei Entwicklungszuständen allmählig und mühsam fortschreitet und erst auf ihrer Spitze in den Polysiphonieen, obwohl auch hier erst im Zustand der Reife, worin das Gebilde in seiner Schwäche wieder untergeht, gelangen konnte, erlangt die Familie der Characeen schon auf ihrem Eingange. Ja, wie aus dieser festen Anlagerung der ursprünglich losen appendiculären Wurzelhaare eine Art Rinde entsteht, so wird diese dadurch noch fester, dass nicht nur alle diese peripherischen Röhrchen wie verschrumpft und erstarrt mit dicker fester

derber Membran erscheinen, sondern dass auch bei manchen Arten, wie z. B. bei Chara hispida, Chara fötida, Chara syncarpa u. a. ein solcher Hüllentrieb auf der Peripherie sich kund gibt, wodurch sie gleichsam durch den Ueberzug einer kalkartigen Kruste wie versteinert erscheinen, während in demselben Maase, als diese an die Natur des Mineralischen grenzende Inkrustirung aussen herrscht, im Innern die lebhafteste Circulation des Saftes und der erneute Ernährungstrieb, obwohl nur erst in Strömung rohen Saftes ohne organische Bildung thätig ist.

Schon dieser Charakter der allgemeinen Erscheinung beweist, dass das Leben schon das volle Gepräge trägt, welches es aus dem auf dieser Stufe der sechsten Ordnung der ersten Klasse herrschenden Lebensprincip empfangen, nämlich die gegenseitige Durchdringung der höchsten Lebenstriebe der Reife und erneuten Germination, welche im Lebensmomente der Erscheinung des Blüthenwesens liegt, so dass die Reife im Innersten, die Bindung im Umfange vorherrscht. Dadurch schreitet nämlich der Sporenschlauch als elementarer nakter Keim, anstatt in *äussere* Germination durch Wurzeln fortzuschreiten, vielmehr, da es eine Keimgrundlegung für die Axenerscheinung *über* dem Blüthenreceptakel ist, in *innere* Germination, in den Charakter eines *Pollenkorns* oder einer *Spore mit äusserer Sporodermis* über. Denn da hier die Vegetation die Aufgabe der erneuten Wiederherstellung des Axenwesens nach dessen Untergang durch die höhere Reife der Blüthenreceptakelartigkeit hat, so wirkt sie auch in demselben allgemeinen Gesetze, in welchem die Wiederherstellung der Axen als Staubgefässe und Pistille nach dem Untergange der allgemeinen Axe als eines Recepta-

kels bewirkt wird. So wird diesem Fortschritt der Bildung die Natur der Receptakelartigkeit und Hüllenbildung mit innerlicher Regermination zu Grund gelegt. Die niedersten, fast elementaren *Axenansätze* im Wesen der Receptakelartigkeit, die in die staubgefäss- und pistillartige Erscheinung durch Regermination und vermehrte Reproduktion fortschreiten, sind aber die *Antheridien und Samenknospen*, die als eine höhere Gradation der Entwicklung der *berindeten Spore* hauptsächlich durch Einkehr *erhöhter innerer* Germination des Sporenschlauchs, der zum Embryosack wird, erscheinen. Darum tragen auch die einzelnen *Stengelglieder* der *Characeen* im Allgemeinen dieses Gepräge von *Antheridien* oder, wenn man das Moment höherer Innerlichkeit beachtet, von *Samenknospen*, so dass die Axe wie ein Verein von aufsprossenden innerlich germinirenden *Samenknospen* erscheint. Denn da die Vegetation hier zwischen der Blüthenerscheinung schwebt, so gehen auch die *elementaren Keime* der *Verstäubung*, die *Sporen*, in den *pistillartigen Zustand von Samenknospen* durch die höhere centrale Reife und peripherische Reproduktion fort, wie überhaupt die *ganzen* Gebilde des Blüthenwesens ineinander, zumalen *Staubgefässe* oft in *Karpelle*, übergehen.

Wollen wir diese Analogie noch in andern Lebensmomenten verfolgen, so entspricht die innerlich germinirende Centralzelle des Stengelgliedes der sich zum *Embryosack* extendirenden und innerlich germinirenden Centralzelle der Samenknospe (oder Antheridium), welcher ja auch ursprünglich ein *innerlich* keimender Sporenschlauch ist, wie wir unten näher erörtern werden, dagegen die sogen. Rinde dem jene umgebenden Zellengewebe analog erscheint.

Da die Characeen, wie das Pistill, ein auf den Untergang in Reife durch Regermination aus der Grundlage des Verstäubungsorgans verjüngt wiederhergestelltes Axengebilde enthalten und das Wesen des Pistills nicht nur in den Samenknospen liegt, sondern auch die Samen ursprünglich erschöpfte einsamige *Karpellchen* sind, aus denen die vollständigen Karpelle wie das ganze Pistill zusammengesetzt werden (worüber bei den *Cycadeen* und *Palmen* weiter gehandelt werden wird), so geschieht auch auf *dieser* Stufe, in den Characeen, die Wiederherstellung des in den Lycopodiaceen untergegangenen Axengebildes, weil in dieser Klasse das Axengebilde oft Frucht und Stengel *zugleich* ist, im Wesen der Zusammensetzung aus einzelnen äusserlichen *Samenknospen*, die somit als *Karpellchen* das gemeine Axengebilde wie ein Pistill oder wahres Karpell zusammensetzen. Daher erscheinen sie auch, weil sie noch in die Natur der niedern Vegetation und die Aeusserlichkeit zurücksinken, wie das Pistill als Columella der Moose, noch im Zustand vorherrschender Reife und äusserer Abhängigkeit, sind also ohne die Function, welche den wahren *innern* Samenknospen des Pistills zukommt. Eben darum und weil sie von den Verstäubungskeimen durch erneute innerliche Germination stammen, werden sie als Characeenschaftglieder noch vorzugsweise *antheridiumartig* und erlangen erst in der *Fruchtbildung* der Characeen innerliche höhere und einigermaasen wahre *samenknopsenartige* Function. Die Grundlage der Samenknospe besteht aus der überreifen sich expandirenden Centralzelle als Embryosack mit ihrer innerlichen Germination, um die nach und nach eine erneute peripherische Produktion als Hülle heranwächst. Diese innerlich durch Parenchyment-

wicklung thätige Centralzelle entsteht aber ursprünglich aus dem Sporenkeim, oder dem centralen Sporenschlauch ohne die äussere Sporodermis, da die ganze Samenknospe aus der *Metamorphose der Spore mit ihrer Mutterzelle durch erneute Germination* herstammt, was wir im Uebergang der Equisetaceen in die Rhizokarpen nachweisen werden. Eben so geht auch das Stengelglied der Characeen in Nitella von dem wie ein nakter Sporen- oder Pollenschlauch in Germination sich dehnenden und expandirenden elementaren Keim oder der gedehnten Wurzelzelle aus und erhebt sich im Uebergang zur Differenzirung im Gesetze der Fortpflanzungsgeschichte aus der höhern Reife zur Regermination und zur erhöhten Produktion bei Chara, wo es der Samenknospe schon näher steht. Wie die Samenknospe mit dem Zustande der *höchsten Reife* beginnt, der vorzüglich in der Erscheinung der sich höchst expandirenden, isolirenden und in innerliche Germination und Parenchymentwicklung, obwohl dieses nur als Ernährungsstoff und Albumen dient, übergehenden Zelle als Embryosack auftritt, von diesem Reifezustand aber in die Ueberreife, Regermination und vermehrte Produktion durch Hüllenbildung fortschreitet, so ist ein ähnlicher Fortschritt auch hier vorhanden. Das Stengelglied beginnt in Nitella mit der Centralzelle allein oder mit dem Sporenschlauch. Wie aber dieser Sporenschlauch als solcher äusserlich für die Produktion des Proembryo germinirt und dabei zuerst eine Prolification von Zellen als Zellenfaden producirt, dagegen als Embryosack nur innerlich germinirt, so wird man auch hier dieselben Erscheinungen und Gegensätze in den Zellenfäden von Nitella und dem Stengel von Chara gewahr. Allein dennoch herrscht,

da bei *dieser Klasse der Wurzelherrschaft und Aeusserlichkeit* in dieser samenknospenartigen Wiederherstellung des Axengebildes die wahre volle Innerlichkeit von Samenknospen *noch nicht* erreicht werden kann, die äussere Abhängigkeit und der Entäusserungstrieb in der Reife noch so sehr in den gemeinen Stengelgliedern von Chara vor, dass sie selbst *nicht wahre* Samenknospen und Samen mit innerlichem Gehalte werden können, ein Zustand, den diese Stengelglieder nicht einmal als Frucht der Characeen *vollständig* erreichen, obwohl sie ihm durch Erzeugung eines Inhaltes nahen, der aber *noch nicht zellig ist*, wie das Endosperm des Embryosacks ursprünglich erscheint. Da aber in dem Stengelglied selbst noch kein organischer Gehalt, kein organisches Gebilde erzeugt und entwickelt werden kann, so wird aus jedem Stengelglied der Gehalt für das folgende Glied entäussert und entwickelt, so dass er proliferirend aufsprosst. Aus dieser lebendigen Fortpflanzungsgeschichte der Stengelglieder auseinander, da eines gleichsam wie ein Embryo aus dem vorausgehenden wie aus einer Samenknospe hervorgeht, entsteht der Stengel, welcher somit der Prolification eines keimenden Sporenschlauchs verwandt erscheint, aus welcher der perlschnur- oder rosenkranzförmig gegliederte Zellenfaden hervorgeht, den man allgemein bei dem *Proembryo* findet.

Erst auf der höhern Stufe, in der Fruchtbildung der Characeen, wo gegen das Uebermaas dieser Reife und Entäusserung die Reaction der innerlichen Regermination und des geschlossenen Embryozustandes stärker wird, nimmt dieses Proliferiren ein Ende, so dass die Frucht als Ansatz eines

Zweigleins erscheint, der beim ersten Glied stehen bleibt. Wie in dem Embryosack der Kotyledoneen eine Entwicklung von Gehalt vor sich geht, der als Material oder als rohe Substanz erscheint und sich noch nicht zur Natur eines organischen Pflanzengebildes erhebt, sondern nur Nahrungssubstanz für den sich entwickelnden Embryo bleibt, so stimmt auch die Centralzelle mit dieser Function des Embryosacks bei der Fruchtbildung der Characeen überein, wie aus unserer weitern unten folgenden Darstellung dieser Frucht klarer werden wird.

Bei dem gemeinen Axengebilde und den Zweigen der Characeen herrscht der Charakter des Wurzelwesens mit seinem Entäusserungstrieb, obgleich es in dem Axengebilde gebunden ist, über den Embryozustand und die Hüllen noch vor und zwar um so mehr als wir hier noch in der Klasse der Wurzelherrschaft stehen. Darum leben auch diese Gewächse im *Wasser*, wie alles wirkliche Wurzelwesen der Feuchtigkeit bedarf. Allein indem das Wurzelwesen in die Natur des Axengebildes übergeführt wird, verliert es auch mehr oder weniger seinen Wurzelcharakter und nimmt den des Axengebildes an. Denn diese Ueberführung geht aus der gegen die höhere Reife und Auflösung bei den Lycopodiaceen gerichteten Reaction der erneuten vermehrten Produktion hervor. Auf diese Reife folgt zwar die erneute Germination im Uebergang der Pflanze aus ihrem Ende in Reife zum Wiederanfang im Wurzeln nach. Allein wie die Vegetation über die Receptakelerscheinung hinaus den Charakter der Receptakelartigkeit festhält, worin die Triebe in dem gesetzlichen Ebenmaas zusammenwirken, so ist auch hier das Wirken des Gegensatzes zugleich, so dass

diese Zellen oder Röhren der Characeen sowohl in den Extremen von Wurzel- und Stengelwesen als in ihrer Mitte und Indifferenz erscheinen.

Auch diese Reaction der Erhaltung gegen die Auflösung in Reife fördern sie durch die Hingebung an die äussere Abhängigkeit im Wasser. Denn darin wird ihnen der Gegensatz gegen die Oxydation zu Theil, somit derjenige Grad von Sättigung und Dichtheit, so wie von peripherischer Erstarrung und Präcipitation, dessen das Leben auf dieser Stufe bedarf. Da das Stengelglied in seiner zweiseitigen Natur als ein Ganzes erscheint, so hat auch jedes der untern zuerst erscheinenden sein eigenes *selbstständiges* Vegetiren, so dass es zugleich aus sich sprosst und wurzelt wie z. B. Chara hispida u. a. sehr deutlich kund geben, obwohl alle Glieder unter einander an ihren Enden zusammenhängen. Daher löst sich auch jedes für sich ab, so dass die Pflanze von unten her allmählig abstirbt, indem sie sich nach oben im Sprossen von Glied aus Glied vermehrt. Doch nimmt bei den obern der stammartige Bindungstrieb überhand, so dass nur die untern Wurzeln treiben und als eigene Individuen oft fast wie Proembryen erscheinen, während die obern Glieder die Wurzelfäden innigst gebunden haben. Diese *Wurzeln* erscheinen als quirlig stehende Wurzelhaare auf dem Ende eines jeden solchen wurzelnden Gliedes. Das einzelne Wurzelhaar enthält eine langgestreckte Röhrenzelle, deren Spitze ein Büschel wie ein Pinselchen von viel kleineren dünneren weniger gedehnten Zellchen trägt. Von diesem üppigen Wurzelwesen neugenährt schwellen die Spitzen dieser untern Glieder zu gelenkartigen kugeligen Knoten an. Diese Knoten sind oft ziemlich

stark, wie z. B. bei Chara barbata, Ch. flexilis u. a. und dabei von sphäroidischer von oben und unten etwas scheibenförmig zusammengedrückter Gestalt. Sie bestehen aus einer Masse von kleinen Zellen die mit Amylum gefüllt sind.

Diese Knoten erscheinen wie *Wurzelknöllchen*, da sich neue Pflanzen wie Meyen (Pflanzenphys. III. S. 61) beobachtet zu haben versichert, aus denselben entwickeln. Vorzüglich merkwürdig ist aber eine besondere Erscheinungsweise dieser gelenkartigen Anschwellungen der Glieder, welche nicht nur an den Gliedern des Wurzeltheils der Pflanze, sondern auch an denen des Stengels vorkommt und sich durch *sternförmige* Anordnung ihrer Zellen, welche mit Amylum gefüllt sind, auszeichnet. Bertoloni hat sie nach Meyen's Angabe zuerst bei Chara ulvoides *Bert.* als *gezähnte Räderchen* von weisser Farbe beschrieben (s. auch deren Abbild. bei Reichenbach iconograph. bot. cent. IX. t. 805) und beobachtet, dass aus jeder der weissen Röhren dieses Organs, nachdem sie vom Stengel getrennt in Wasser gelegt worden, ein wahrer Stengel hervorgeht, Meyen selbst hält sie daher mit Recht für *Gemmen*. Da es sechs bis sieben Röhrchen sind, die im Umfange sternförmig stehen und dabei etwa doppelt oder dreimal so viel sternförmig gelagerte Zellchen, so erscheint ein solches Gebilde als der *knospige Ansatz* zu *quirlig stehenden Zweiglein*, die aber selbst aus Erschöpfung nicht entwickelt werden konnten und in den Brutknospenzustand übergingen. Da auf dieser Stufe das Knospenwesen mit den Wurzelknollen einerseits und mit den Fortpflanzungsorganen als Brutknöspchen und Embryen andererseits nächst verwandt ist, so ist daraus die Beschaffenheit und Stellung

dieser sternförmigen Anschwellungen oder Brutknospenvereine verständlich, indem sich die *samenknospenartigen* Schaftglieder der Characeen in solchen Knotenpunkten zur Natur von wirklichen Samenknospen der höhern Vegetation annähernd erheben und solche Keime aus sich produciren, fast ähnlich wie aus diesen die Embryen hervorgehen.

Insbesondere ausgezeichnet ist die *Circulation* des Saftes und der Chlorophyllkügelchen in den Centralzellen des Stengels, noch *mehr* aber in denen der Wurzeln, welcher bekanntlich auf einer Seite jeder Zelle schräg aufwärts und auf der entgegengesetzten herabsteigt, so dass die einzelnen Strömchen der Zellen untereinander in organischer Verbindung stehen und durch das Ganze des Stengels *einen* grossen auf einer Seite auf-, an der andern absteigenden Strom bilden. In derselben fast spiraligen Richtung geht auch die Ablagerung von Chlorophyllkörnchen vor sich, welche in der Richtung der Saftströmung Streifen oder Bänder bildet, innerhalb welcher das Auf- und Absteigen erfolgt. Seit Entdeckung dieser Saftströmung durch B. Corti im Jahr 1774, welche, von Fontana bald bestätigt, von L. G. Treviranus von Neuem gemacht und vor Allem von Amici aufs gründlichste untersucht und beschrieben wurde, sind manche sonderbare Erklärungsversuche dieser *Circulation* wie z. B. durch schwingende Wimpern (!!) u. dgl. aufgetaucht. Zwar ist es keine den Characeen allein eigene Erscheinung, da sie in Exosmose und Endosmose der Saftströmung von Zelle zu Zelle allgemein ist, obwohl sie meist nur schwach und unmerkbar im übrigen Gewächsreiche sich kund gibt. Dennoch hat sie hier, obwohl im allgemeinen organischen Lebensgesetz stehend, eine

besondere Wichtigkeit im Zusammenhange der Metamorphose der Erscheinungen dieser Kreise und erscheint darum auch *intensiver* als sonst im Gewächsreich. Wie der Pflanzenkörper überhaupt im Wachsthum zwei sich gegenseitig durchdringende Richtungen hat, da er nach zwei entgegengesetzten Richtungen auf- und abwärts wächst und sich in der Mitte verschlingt und verknotet, so steht diese Bewegung in dem Mittelzustand beider entgegengesetzten Richtungen, welcher in der *Spirale* kund wird, die weder allein aufwärts noch allein abwärts geht, sondern, da die abwärtsgehende mehr eine *seitwärtsgehende* ist, fast wie bei dem windenden Stengel die diagonale Richtung zwischen beiden einhält.

Sieht man sich zur Erklärung dieser Erscheinung nach einem allgemeinen Grund um, so kann die ursprüngliche Grundlage dafür nur in der Abhängigkeit der vegetativen Erscheinungen überhaupt von der Einwirkung des allgemeinen Verhältnisses der Erde mit ihrer Gravitation und ihrem Niederzug des Saftes und der Sonne mit ihrem Aufzug des Saftes liegen, wodurch ein gleichmässiger Wechsel von Auf- und Niedersteigen bewirkt wird, der darum auch in der Spirale erfolgen muss.

Dass aber dieser Vorgang freier Bewegung des Saftes und Zellengehaltes überhaupt, der bei jeder Zelle in Endosmose und Exosmose vorkommt und meist die spiralige Richtung hat, wie die spiralige Ablagerung von Stoffen, z. B. Chlorophyll, auf der innern Wandung beweist, mit *höherer Kraft* gerade in *diesen* Zellen und bei den *Characeen* einkehrt, davon liegt der Grund in dem besondern Lebenscharakter und der nächsten Verwandtschaft dieser

Centralzellen mit *keimenden Pollen- oder Sporenschläuchen* oder vielmehr mit *Embryosäcken.* Denn auch diese zeigen, wie z. B. der Pollenschlauch beim Eindringen in die Samenknospenwarze, lebhafte Circulation ihres Inhaltes insbesondere des Saftes, welche von der Schwebe des Lebens im Zustande der innerlichen Regermination zwischen Reife und erneuter Produktion oder Wiederernährung herrührt, wovon wir auch schon bei der Bewegung der keimenden Sporen der Gliederalgen gehandelt haben, die darin ihren Grund hat. Denn dass sowohl diese Centralzelle als auch der Pollenschlauch, welcher in die Samenknospe dringt, von der Reife stammen, ist bekannt. Dass aber der Pollenschlauch in der Samenknospe zur erneuten Germination und vermehrten innerlichen Produktion in sich fortschreitet, nämlich zur Entwicklung des Keimlings in ihm, wozu diese erneute vermehrte Ernährung und Saftströmung in ihm vonnöthen ist, kann eben so wenig bestritten werden. Allein auch in der Centralzelle des Stengelgliedes geht im Sprossen von Glied aus Glied so wie im Erscheinen derselben bei der Fruchtbildung ebenfalls eine erneute Thätigkeit der innerlichen Germination und eine reichliche Produktion vor sich, wozu diese üppige Ernährung und Saftströmung in den gemeinen Stengelgliedern wie in der Characeenfrucht als einer grossen Spore angeregt ist. Daraus wird die Verwandtschaft beider Erscheinungen der Saftströmungen in dem zur Entwicklung des Embryo's in die Samenknospe übergehenden Pollenschlauch und in der Centralzelle des Stengelglieds der Characeen noch klarer, da wir erkennen, wie beide dasselbe Resultat vermehrter Produktion aus sich erzielen, was ja auch vom Em-

bryosack gilt, der Endosperm in sich erzeugt. Damit tritt nämlich vor Allem das Lebensmoment der zweiseitig entgegengesetzten Polarisation in Thätigkeit, welche bei der Germination sowohl des elementaren als des zusammengesetzten Keims die zugleich ab- und aufwärtsgehende Vegetation so wie deren Vermittlung bestimmt und regelt. Auch diese erfolgt schon durch Einwirkung des allgemeinen Lebensprincips der Differenzirung, welche dem Blüthenwesen eigen ist. Nach *einem*, dem Wurzelpol, ist Reife, Erschöpfung, Entleerung, Absterben, Keimlosigkeit vorherrschend, nach dem *andern*, dem Stammpol, Füllung, Verjüngung, vermehrte Produktion und Erhebung im Sprossen, somit zwei Gegensätze, deren Hervortreten man vor Allem in dem Resultat des keimenden Pollen- und Sporenschlauchs wahrnimmt, indem der erste in der Samenknospe den Embryo innerhalb seines in dieselbe eingedrungenen Endes ansetzt und bildet, während das andere nach und nach verschrumpft und abstirbt, dagegen jener andere aus seiner Spitze ein neues Zellchen durch Abschnüren hervorbringt, so dass aus diesem durch Prolification andere hervorsprossen. Diese zwei Gegensätze müssen in ihrem Zusammenwirken im kleinsten Raume, in der Zelle, nothwendig eine Bewegung des freien Inhaltes, ja der Zelle selbst, wenn sie äusserlich frei ist wie z. B. im Wasser u. dgl., hervorbringen, was wir schon bei der Erörterung der Bewegung des germinirenden Sporenschlauchs der Gliederalgen und der Bewegung der Diatomeenfrusteln, welche elementaren Keimen entsprechen, nachgewiesen haben, ohne die Fiction von schwingenden Wimpern oder dergleichen dem Leben fremden Mechanik zu Hülfe zu nehmen. Jedoch ist diese Erscheinung der auf- und nie-

dersteigenden Bewegung des Ernährungsmaterials, die man schon im Allgemeinen im *Gegensatz des Wachsthums in Richtung von Wurzel und Stamm,* (was fast wie im Blutumlauf der Thiere oder wie in Systole und Diastole der thierischen Elementarorgane erscheint), in den Schraubenlinien der Spiralgefässe u. s. w. kennt, nicht auf die Saftbewegung in der *einzelnen Zelle allein* beschränkt. Vielmehr geht dieser Zug der schiefen Richtung in der Ablagerung der grünen Kügelchen folgend in organischem (jedoch nicht mechanischem) Zusammenhange, da er mechanisch durch die Scheidewände der aneinanderstossenden Zellen gehemmt ist und die Säfte, wenn sie in der einen Hälfte der Röhre aufgestiegen sind, nur bis zur Scheidewand gelangen, an dieser hinlaufen und in der andern Hälfte wieder herabsteigen, durch die *ganze Zellenreihe continuirlich* fort. Dadurch bildet die Summe aller der einzelnen schiefen Wege, die der Saftstrom in den einzelnen Zellen macht, da diese Strecken (Wege) in ihren Endpunkten unmittelbar bei den benachbarten aufeinandersitzenden Zellen aneinanderstossen, eine *einzige grosse zusammenhängende*, durch die ganze Länge des Stengels gehende und die *ganze Reihe* der aufeinandergesetzten Zellen durchziehende *Spirallinie.* Das Wesen des Lebenscharakters dieser Erscheinung steht somit in der Mitte und Unentschiedenheit des dehnenden und zurücksinkenden Wachsthums, das in gleichem Maase, als es aufsteigt wieder seitwärts gelockt wird, also die Mitte zwischen *Wurzel-* und *Stammnatur* im Charakter der Knotenbildung hält. Darum wird auch ein solcher Zusammenhang spiraliger Richtung der Substanzablagerungen auf den Zellenwänden aneinanderstossender Zellen im übrigen

Gewächsreich häufig gefunden. Denn die *Schraubenform* im Wachsthum der Pflanzentheile kommt bei allen Gebilden vor, die in Unentschiedenheit und im Mittelzustand zwischen dem *gerad aufstrebenden Stammtrieb* und dem *seitlich ziehenden Wurzeltrieb* stehen. Daher auch die Röhren um die Centralzelle der Stengelglieder selbst und besonders die um den Samen bei den Blüthen der Characeen diese Spiralwindung in geringerem, oft kaum wahrnehmbaren oder in grösserem Grad enthalten.

Ja wir behaupten wohl kein Paradoxon, indem wir die Gesetzmässigkeit *der Blattstellung* der Pflanzen in *regelmässigen Spiralen* und Cyclen, so wie ihre gleichmässige Vertheilung im Umfange der Axe der Einwirkung derselben allgemeinen Gegenpole der vegetativen Natur zuschreiben. Nach der einen Seite der *Abhängigkeit* dieses Organs wird es vom Centraltrieb des *Stamms* im Sprossen ebenso sehr gerade aufrecht erhoben, als es nach der andern in der *Abhängigkeit* vom abwärts- und horizontaltreibenden Expansionstrieb und der *Wurzelmacht* seitlich und abwärts gezogen wird. Zwar bemerkt Schleiden (wissensch. Bot. II. S. 172. 2. Ausg. S. 176) richtig, „dass die ganze Sache der Blattstellung erst dann eigentliche Bedeutung für die Botanik gewinnen könne, wenn wir in der Natur der Pflanze den Grund nachzuweisen im Stande sind, warum sich die Blätter in einer *regelmässigen Spirale*, warum gerade in dieser anordnen müssen, und warum sie unter gewissen Bedingungen davon abweichen. Erst dann trete die Sache als etwas wirklich der Natur des pflanzlichen Organismus Angehöriges auf.“ Darauf ist zu bemerken, dass der *wirkliche Grund* der *exactesten Regelmässigkeit* der *Blattstellung* in

der ursprünglichen *Abstammung* der Blätter aus der *höhern* Vegetation der Pflanze liegt, die sich in der Selbstständigkeit, der Unabhängigkeit und Freiheit des Lebens von den hemmenden oder irreleitenden Einflüssen und Reizen der Aussenwelt in Cyclen ansetzt und gestaltet. Dass die Blätter wirklich diese *höhere* Abstammung haben, insbesondere aus der Grundlage des Frucht- und Samenwesens hervorgehen, ist schon hinlänglich in dieser unserer Schrift in den bisher behandelten Familien, insbesondere den Lycopodiaceen und Moosen dargethan worden, wird aber noch klarer aus unserer Behandlung der folgenden erhellen. Darum ist auch diese *schöne Regelmässigkeit* der Blattstellung da noch am vollkommensten erhalten, wo die Gebilde ihrem ursprünglichen Knospenzustand näher stehen wie mikroskopische Betrachtungen an Brakteen der Blüthenknospen u. s. w. zeigen. Denn da die Blätter ursprünglich von dem Blüthen-, Frucht- und Samenwesen stammen, so haben sie auch deren Charakter von ursprünglicher *Regelmässigkeit* und insbesondere von *regelmässig* reihenweiser und spiraliger Stellung der Samenknospen und Samen, von deren Erscheinen somit auch die Gesetze für die Blattstellung ursprünglich abzuleiten sind. Allein da das Blatt nächst dem Wurzelwesen das am meisten der *äussern Abhängigkeit untergebene* Organ ist, so gehen durch diese *Abhängigkeit* mannichfache Modificationen und Abweichungen von seiner regelmässigen Stellung vor sich, wovon am meisten die zwei oben angeführten Lebensfactoren von Wurzel- und Stammtrieb Einfluss haben. Aber auch selbst die dem Blatte nöthige Hingebung an die Sonnenmacht übt nicht geringe Herrschaft auf die Blattstellung aus, da jedes an dieser

Theil nehmen und somit eines um das andere aus der Reihe, in der sie einander decken und sich der Sonne berauben würden, seitlich auszuweichen strebt. Darum kann auch bei den höhern Organen wie z. B. den Blumen, wo diese Abhängigkeit von aussen nur sehr schwach ist, die simultane Produktion und Gleichstellung aller Blätter in Cyclen erfolgen. Ja auch wo das Lebensmoment des Blumenwesens mit seiner Kraft innerer Selbstständigkeit und Widersetzlichkeit gegen die äussere Abhängigkeit in das gemeine Blattwesen einkehrt, kann dieses dieselbe Stellung behaupten, wie z. B. in der quirligen Blattstellung, welche die Rubiaceen (Stellaten) u. a. behaupten.

Doch gehen wir nach diesen kurzen Bemerkungen über die Blattstellung, deren einfachste Gesetze wie insbesondere auch die Cyclenerscheinung derselben, die dem Ansetzen und absatzweisen Sprossen von Gipfeltrieben entspricht, schon von Bonnet entwickelt, von Spätern aber zum Theil wieder ins Bizarre gezogen, verkünstelt und entstellt wurden, auf unsern eigentlichen Gegenstand zurück, so ist bekannt, dass überall, wo eine solche vermehrte Saftströmung statt findet, um dadurch zum Ziele vermehrter Produktion und erhöhter Bildung der Organe, zu gelangen, endlich *Gefässe* in der Richtung dieses Saftstromes hervorgehen. Diesem gemäss wird man auch gewahr, dass in der folgenden Lebensstufe bei den *Equisetaceen* in den Stengelgliedern die *Gefässbildung* überhand nimmt. So ist unverkennbar, dass nicht nur diese reichlichere Saftströmung zum Zwecke der Ernährung und erhöhten Produktion, sondern selbst die Spiralbewegung in der Circulation des Saftes im Zusammenhange mit dem Lebensmomente der Gefässbildung steht, indem auch in den Ge-

fässen wie vorzüglich in den Spiralgefässen die Schraubenlinie Typus ist, was um so merkwürdiger erscheint als die Spiralgefässe bei den Equisetaceen so häufig erscheinen und aus den Ringgefässen durch erhöhte innerliche Produktion hervorgehen, indem die Ringgefässe noch vorzugsweise dem Zustand der Reife angehören und darum auch dem Mark zunächst im Innern liegen, während die Regermination und vermehrte Produktion, womit die Spirale einkehrt, bei den Stämmen von dem Umfange ausgeht.

Aus den Gelenken der obern Zellen, wo zwei aneinanderstossen, treten mehr oder weniger (6—12 oder etwas mehr) Aeste hervor die quirlig stehen wie die Blüthen und hie und da wieder Aestchen, Astquirle (verticilli ramulorum), die oft gedrängt und an den Spitzen knäuelförmig ineinander gebogen erscheinen, aus einzelnen Gelenken hervortreiben. Die Spitzen der Aestchen sind meist getheilt zwei- oder dreigabelig. Dass die Wurzelhaare, die Aeste und Aestchen wie in den folgenden Equisetaceen *wirtelig* erscheinen, kann, da wir auf dieser Stufe darin die Wirksamkeit des Lebensprincips der *Blüthenherrschaft* erkennen müssen, worin Gemeinschaft und Simultaneität der Theile wesentliche Erscheinungsformen sind, nicht so sehr auffallen als das reiche Material in Produktion dieser Aeste, wenn wir erwägen, dass ein solcher Quirl nur von einem einzigen ganz einfachen Stengelglied ausgeht. Die Vermehrung von Stengelglied zu Stengelglied ist eine Art von Sprossen oder Proliferiren durch sogenannte Theilung und Abschnürung der gedehnten Zellen und zwar sowohl durch Quer- als Längsscheidewände, wie Meyen (neu. Syst. der Pflanzenphys. II. S. 340) nachgewiesen hat. Damit gibt sich

auch innerlich die Theilung und Zersetzung kund, welche in der vielfachen äussern Verzweigung und Verästelung bis zu den letzten Gabelästchen in höchstem Grade auftritt. Diese Erscheinung ist um so merkwürdiger, als bei der vorausgehenden Geschichte der Akotylen die Vegetation auf der Spitze zur Einigung in Gipfelknospen in der sogenannten Vegetatio terminalis hinstrebt und sich zu Gipfeltrieben zusammenzieht. Dieser umgekehrte Lebenszustand, der in noch stärkerem Grade auch in der *seitlich* austreibenden peripherischen Produktion bei den folgenden Equisetaceen und Rhizokarpeen auftritt, hat seinen Grund darin, dass bei diesen im Lebensprincip des Blüthenwesens stehenden Kreisen, wie im Blüthenreceptakel überhaupt, die vorausgehende Erscheinungsweise umgekehrt und damit die Centralität des Axengebildes auf der Spitze, wo bisher die erneute innere Germination in erneuernden Gipfelknospen herrschte, gebrochen und aufgehoben wurde, indem die Reife und Zersetzung die Spitze ergriffen hat, dort ins Innere gedrungen ist und von hier aus wirkt. Die Einheit des Ganzen, welche in Herstellung der untergegangenen Axe wieder erreicht war, wird damit durch Zweige in die Vielheit und Einzelheit oben umgewendet. Die Macht des Wurzelwesens und der Regermination, welche durch den Gegentrieb der Bindung und Concentration im Innern des Axengebildes gefesselt war, ist aus dieser Zucht wieder durch den Eingriff der Reife frei geworden, so dass sie als äussere Germination sich wieder geltend machen kann. Da nämlich die innere Germination und vermehrte Produktion im Centraltrieb durch die Reife auf der Spitze beendigt wird, so nimmt sie, so viel noch hervorbrechen kann, einen *seitlichen* Ausbruch, ähnlich wie

bei den Blüthenreceptakeln die über sie hinausgehende Produktion in Blumen- und Staubgefässen von der Peripherie ausgeht. Auf die Beendigung der innern centralen Germination tritt die äussere seitliche um so stärker hervor. In dieser aus dem Beschlusse der centralen sich üppiger erhebenden peripherischen Produktion ist überhaupt der Grund zur geregelten sogen. *Kronenbildung* des Stammes in seinen Zweigen im Gewächsreich gelegt, wozu schon in den Strauchflechten ein, obwohl noch sehr ungeregelter, Anfang, gemacht wurde.

An den Wirtelästchen, so wie an der Basis der Früchte, erscheinen ferner oft in gleichfalls quirliger Stellung aus dem Gelenk mehr oder weniger, oft sehr viele, einzelne meist nur pfriemliche oder borstenförmige längere oder kürzere starre steife Zellen (auch Zähne, Aestchen, irrig Blättchen oder bei der Frucht Deckblätter genannt), welche oft den Stachelwarzen und Borsten des Stengels ähnlich sind. Dies sind nur *Wurzelpapillen* der Pflanze und stehen, da sie keine eigentliche Wurzelfunction zu haben scheinen, in der *Mitte* zwischen eigentlichen Wurzelpapillen, dergleichen so häufig auf den Wurzelzasern erscheinen und zwischen den Papillen im Innern des Pistills. Sie enthalten daher auch den Anfang des Wiederaufgangs des in der nächst vorausgegangenen Geschichte untergegangenen Blattwesens, welches in den Equisetaceen als Blattscheide erscheint. So sind sie auch Andeutungen der Papillen der Blumenkrone, worin gleichfalls nur die Form des Wurzelpapillenwesens ohne Wurzelfunktion auftritt und stehen somit wie dieseBlattscheiden mit derErscheinung des Blumenblattwesens in Verbindung. Da aber in dieser Familie die Schwebe zwischen Reife und Wieder-

verjüngung im hohen Grade herrscht, so stehen diese Gebilde, obwohl sie in Regermination und Wiederverjüngung neu aufgehen, doch zugleich schon in höchster Reife und Erschöpfung wie die Blumenkronen, so dass das Blumenblatt erst nur rudimentär und nicht in seinem wahren Wesen erscheinen kann. Wie die peripherischen Baströhren der Rinde, welche auch sehr häufig im Stengelumfange der folgenden Familie der Equisetaceen vorkommen, im Wurzelwesen der Characeen freie Röhren sind, welche an ihren freien Enden sich pinselförmig zertheilen, so gehen auch einzelne Stengelglieder nach oben in diese schwachen Produkte an ihrem Umfange über, die fast wie rudimentäre Blättchen erscheinen und daher den Zinkchen der sich auf der Spitze gabelig theilenden Aestchen ähnlich sind. Ihr Ursprung geht hier allerdings vom Pistillwesen aus, das hier die Samenknospen der Axe zur Grundlage hat, so wie ja bekanntlich Papillen *in* den Pistillen vorkommen. Allein da diese Axen nicht in wahres Fruchtwesen, sondern zu gemeinen Axen im Vorherrschen des Entäusserungstriebs in den folgenden Gradationen übergehen, so gehören auch diese Papillen dem vegetativen Systeme der Evolution und äussern Vermehrungsgeschichte an, deren Wesen in die Blumenkronenentwicklung bei Equisetum übergeht. Demgemäss erscheinen sie auch oft an der Stelle von Brakteen oder von einer Blüthenhülle (perianthium), wobei besonders merkwürdig ist, dass sie in diesem Falle fast immer in der beim Blüthenwesen so oft erscheinenden Vier- oder Achtzahl und nur auf der Seite der Aeste vorkommen, welche die Blüthen einnehmen, also in gewisser Beziehung zu den letztern stehen.

Wie bei den Characeenpflanzen schon in der niedern Vegetation das Lebensprincip der *Blüthenherr-*

schaft oder die Bewegung zwischen den Extremen von Reife und Regermination, von Entäusserung und Wiederverkörperung die Erscheinungsweise der Gebilde und Organe in ungewöhnlich hohem Grade beherrscht, so muss sich diese Herrschaft in noch höherem Grade bei den höhern Organen beweisen. Darin zeichnen sich denn auch die seither, wie z. B. auch von SCHLEIDEN u. a. für *ganz unerklärlich* gehaltenen, auf den ersten Anschein allerdings sehr räthselhaften *Blüthen,* welche wir im Folgenden ganz natürlich zu enträthseln hoffen, auf eine höchst merkwürdige Weise aus.

Fürs erste sind, wie kein wahres Blumenwesen gebildet werden kann, auch weder Antheren noch Pistille oder Früchte, dennoch aber sowohl *Pollenkörner* (obwohl entleert) als auch *Samen* vorhanden. Diese Gebilde, welche hier die zweierlei Blüthen (Sporen und Antheridien) ausmachen, stehen nämlich, da hier zuerst im Gewächsreich Blüthen mit Pollenkörnern und Samen zugleich und im Charakter des Gegensatzes zusammen vorkommen, wie alle Organe und Gebilde des Gewächsreichs ihren Anfängen bei dieser Klasse der Wurzelherrschaft, im Zustande der Aeusserlichkeit, Einzelheit und höchster Reife. So erscheinen die Blüthen hier erst rudimentär oder nur mit ihrem Inhalte von Pollenkörnern und Samen ohne Hüllen von Antheren und Kapseln, welche hier mit ihrer Innerlichkeit noch nicht gebildet werden können, weil die Reife und Aeusserlichkeit wie in der ganzen Klasse vorherrscht.

Das Wesen der Blüthen dieser Familie muss, da schon dem oben beschriebenen Zustande gemäss die Stengelglieder der gemeinen Axe im Lebensmoment von germinirenden Sporen oder Samenknospen erscheinen,

über diesen Reifezustand hinausgehen. Da nun diese Ueberreife demnach schon im seminalen Lebensmoment stehen muss, worin der zweifach entgegengesetzte Zustand der Blüthen sowohl von innerlicher Germination mit um so innigerer Hüllenbildung des Embryozustandes als auch von Uebergang zur Aussaat und äusserer Germination auf die höchste Spannung des Gegensatzes gesteigert ist, so findet man hier statt der indifferenten Fruchtbildung der vorausgehenden Kreise die Erscheinung der Fortpflanzungsgeschichte in der *Differenz* des Blüthenwesens oder in den Extremen der Erscheinung. Darum erscheinen diese Organe der Characeen einerseits in der Gestaltung von kugeligen Gebilden, welche eine Zusammensetzung aus reifen, gleichsam schon aus der nicht mehr erscheinenden in Reife und Entäusserung untergegangenen Antherenhülle, ursprünglich ausgesäeten germinirenden Pollenkörnern enthalten. Diess sind die Gebilde der sogen. *Antheridien- oder Pollinarkügelchen* (anthera *Linn.*, discus orbicularis, globulus, bursa, condylium u. s. w. genannt). Anderntheils erscheinen die Blüthen als *einzelne nakte Sporen- oder Keimkörner*, aus denen sich die jungen Pflänzchen ohne Vorkeim entwickeln. Dies sind die sogen. *Samen, Beeren, Früchtchen,* auch *Nüsschen* (semen *Linn.*, nucula *Mart.*, gemma drupacea *Reichenb.*) u. s. w. genannt. Gewöhnlich sitzen beide zugleich und nebeneinander und zwar immer ungestielt auf demselben Zweig der Pflanze entweder an und in den Quirlen der Blumenblättchenrudimente oder in den Gabeltheilungen der Aestchen, wobei die Samen gewöhnlich einzeln stehend den innern axillaren Platz einnehmen, während neben ihnen rechts und links die Pollinarkügelchen, ja auch ausser dem Papillenquirl ober- oder unter-

halb der Samen sitzen. Selten sind die Pollinarkügelchen und Samen auf verschiedenen Individuen getrennt, wobei die Früchtchen gehäuft erscheinen. Man nennt diese Trennung eine *Diöcie*, so wie jenes andere Vorkommen eine *Monöcie*, obwohl dies nicht in dem Sinne, wie bei den Phanerogamen zu verstehen sein kann, indem hier die Blüthen noch keine solche Gegenbeziehung zu einander wie dort haben, dass sie sich auch in zweierlei Keimbildung gegenseitig ergänzen; dennoch haben sie schon dieselbe Bedeutung der Gegensätze der wahren Blüthen, obwohl noch nicht dieselbe Funktion. Untersuchen wir jeden dieser Blüthentheile einzeln für sich, so äussert sich vor Allem in dem rothen *Pollinarkügelchen* oder *Antheridium*, das wir mit mehr Wahrheit *Proembryenkügelchen* nennen könnten, da es die Anfänge von innerlich entstehenden *Proëmbryengebilden* als *Uebergang* zur *innerlichen* Keimung für die Bildung des zusammengesetzten Embryo's der höhern Pflanzen einschliesst, der Charakter des Blüthenwesens in der Regung zur Verstäubung. In dessen peripherischer Umhüllung, die aus verkümmerten epidermisartig expandirten Zellchen besteht, gibt sich einestheils eben so sehr die Erscheinung höchster Reife kund als in der innerlichen Germination und Produktion eines, obwohl nicht ohne organische Bedeutung, jedoch ohne eigentliche Function bleibenden also vergeblichen, keineswegs aber ein leeres Naturspiel vorstellenden Inhaltes die erneute Reproduktion anderntheils wieder einkehrt.

Die Entstehung, Bildung und Zusammensetzung des ganzen Kügelchens kann man aus der Grundlage eines Vereins von acht (seltener sechs) Pollenkörnern (Sporen) herleiten. Jedes derselben steht

im Zustande höchster zur Germination fortgeschrittenen Reife, so dass es nicht mehr den Embryozustand als reifes Pollenkorn festhalten konnte, sondern *zwischen* der *Reife* und *Germination* schwebend ist. Dieser Zustand von Ueberreife gibt sich hauptsächlich fürs erste darin kund, dass die Pollenhäute aller durch die Reife aufgebrochen und zurückgeschlagen sind, wodurch die Pollenschläuche frei und nakt im Innern erscheinen und die acht (seltener sechs) Röhrchen (tubuli, ovaria *Reichenb.*) darstellen, welche strahlig nach dem Mittelpunkt des Kügelchens verlaufen. Die von den Pollenschläuchen vom innern Ende her abspringenden zurückgestreiften Pollenhäute (sporodermides) sind aber nicht abgefallen, sondern als sogen. dreieckige Abschnitte oder Klappenstücke sowohl an den äussern in dem *Umfange* des Kügelchens befindlichen Enden der Pollenschläuche hängen geblieben als auch hier innigst untereinander zur Bildung der gemeinsamen Haut (sog. Schlauchhaut) des Kügelchens *verwachsen.* Wie also im Centrum der Aufbruch der Pollenhäute und die Entleerung aus Ueberreife und zwar wie es scheint in dreiklappiger Erscheinung eintritt, so ist aus Reaction dagegen ganz im Geiste der Blüthen- und Fruchterscheinung eben daselbst die Regermination des Fadenknäuels so wie in Folge der zweiseitig entgegengesetzten sich organisch durchdringenden Polarisation von Reife und Regermination die *peripherische* Hüllenbildung und Zusammenschliessung um so mächtiger geworden. Denn in diesen Pollenhäuten selbst, die wie überall aus sehr schwachen rudimentären Zellchen nach H. Mohl zusammengesetzt sind, durchdringen sich Expansion und Bindung, so dass die Zellchen nicht nur im Einzelnen keilförmig ex-

pandirt gestaltet sind, sondern auch in ihrer Zusammensetzung um jeden Pollenschlauch (Röhre) herum drei solcher keilförmigen Stücke (drei Klappenstücke, Valvulae) der Pollenhaut ausmachen und somit die Pollenhaut eines jeden Schlauchs zu einem sogen. dreieckigen Abschnitte (segmentum triangulare, pelta *Wahlenb.*, stigma peltatum *Reichenb.*) am peripherischen Ende des Pollenschlauchs geworden ist. Indem sich aber diese acht dreiklappigen Pollenhäute oder 24 Klappen, so wie sie aufgebrochen sind, auch ursprünglich wieder untereinander verbinden und alle innigst an den Rändern verwachsen, bilden sie die allgemeine Haut des Kügelchens, welche endlich auch wieder bei ihrer Reife in diese Abschnitte zerfällt. Gehen wir aber zur Untersuchung des Inhaltes dieser Kügelchen über, so zeigen sich an den nach dem Centrum des Kügelchens gerichteten freibleibenden Enden der Pollenschläuche reiche Produkte eines aus diesen Enden hervorgegangenen Zellenentwicklungsprocesses. Es findet sich nämlich an jedem Ende ein Aggregat von mehreren (4—5) kugeligen oder etwas wenig gestreckten Zellchen, die fast in einer Querreihe stehen. Aus diesem Aggregat haben sich mehrere (fast immer aus einem Zellchen vier) ziemlich lange farblose querstreifige aus sehr kleinen rundlichen Zellchen zusammengesetzte confervoidenartiggegliederte Fäden (fila spiralia *Wallr.*) entwickelt, welche unter sich und mit den Fädchen der Enden aller Pollenschläuche zu einem Fadenknäuel verschlungen sind. Dass diese Fädchen den bei der Entwicklung des Proembryo's aus dem Sporenkeim (Sporenschlauch) zuerst entwickelten Fädchen höchst ähnlich, also an jedem Pollenschlauchende als ein Produkt der Ueberreife

oder Regermination, somit im Anfang zu einem proembryen- oder endospermartigen Gebilde erscheinen, wie der fädliche Inhalt der Moosantheridien, wurde schon oben berührt. Hier machen wir noch auf das Vorherrschen der Vierzahl und deren Verdoppelung in der Achtzahl aufmerksam, da die Vierzahl dem Antheren- und Pollinarwesen eigenthümlich ist. So enthalten diese Antheridien der Characeen die höchste in Aufbruch und in Regermination übergegangene Reife und den vollsten Ausdruck des Typus der Erscheinungen in diesem Kreise, wie die Pollenkörner überhaupt, worin centrale Expansion, Entäusserung und Regermination zugleich, so wie die dagegen wieder eingetretene Bindung auf dem Umfange (Pollenhaut) herrschend geworden ist. Innere Reife, Ausstrahlung von einem Centrum und peripherische Wiederansammlung, Einigung und Wiederverbindung wirken auch hier in der Produktion des organischen Gebildes zusammen wie in jedem Antheridium, in jeder Samenknospe und jedem Gefässe. Darum treten auch an jedem Pole dieser Gegensätze beide Lebensmomente von Reife und Regermination zugleich auf, obgleich das eine am einen, das andere am andern vorherrscht wie in den Blüthen überhaupt. Auch darin spricht sich die höchste Reife dieser Gebilde aus, dass, wie in der Frucht der Characeen keine eigentliche Fruchthülle gebildet werden kann und die Samen nakt und frei erscheinen, auch die Keime des Antherenwesens als nakte Pollenkörner ohne ursprüngliche gemeinsame Hülle oder ohne Antherenfach, ja sogar auch ohne Mutterzellen oder Sporangien vorkommen, indem diese gleichsam schon wie ursprünglich überreif und abgefallen nicht

zur Erscheinung gelangen, wie bei manchen der niedersten Pilze.

So steht die Lebenserscheinung der Blüthen der Characeen in einem ungleich weiter vorgeschrittenen Entwicklungszustande als die der Stengelglieder und Zweige derselben. Denn wenn jedes Stengelglied einer Samenknospe zu vergleichen ist, welcher gleichfalls wie diesen Gliedern eine grosse endosmotische Kraft, Anschwellung und innere Germination durch die eingesogene Flüssigkeit inwohnt, da die erneute Ernährung und Vermehrung im Wachsthum wie in Wurzelzellen oder überhaupt in Zellen, durch welche die Saftströmung zieht, herrschend geworden ist, so stehen dagegen die Blüthen schon in dem Zustande der vollführten Entwicklung und Reife, im seminalen Lebensmoment. Die sogenannten Antheridien haben aber dabei noch keine wahre Function wie die Antheren der Phanerogamen, sondern sind nur Vorübungen dazu, gleichsam Vorspiele der Vegetation zur allmähligen Bildung der vollkommenen Anthere, in denen sich zuerst der Blüthengegensatz geltend zu machen sucht. Alle die bekannten Deutungen der Botaniker hinsichtlich der einzelnen Elemente wie hier der blassröthlichen Körnchen, die sich auf den Röhrchen und der Innenwand der dreieckigen Abschnitte finden, als wären sie sogen. Befruchtungsstoff sind Irrlehren solcher, welche den Sinn der Sprache der Vegetation nicht verstehen, ja sogar oft, um vorgefassten Meinungen Vorschub zu leisten, nicht verstehen wollen. Darum sind auch über den Bau und die Natur dieser Kügelchen selbst schon mancherlei unpassende mitunter wunderliche Erklärungsversuche zu Tage gefördert worden. Zu den bessern möchte jene von Kaulfuss (Keimen der

Charen S. 17) gehören (obwohl auch sie unrichtig ist), wonach ihnen die Natur der Gemmen zugeschrieben wird, so dass sie nach seiner Ansicht schon Aestchen mit acht- oder sechstheiligem Wirtel und die gegliederten Fäden die Saftfäden der Moose darstellen sollen.

Weil aber bei dem Zustande der nakten Aeusserlichkeit und Einzelheit des elementaren Pollenwesens die Ueberreife und Entäusserung bis zu dem Grade der Destruction gestiegen ist, so muss die *Reaction* des *Erhaltungstriebes* gegen diesen Untergang in äusserer Abhängigkeit mit um so grösserer Kraft der Innerlichkeit im andern Theil der Blüthen, in der *Frucht*, *nachfolgen*. Darum erscheinen auch diese Antheridien wie die Antheren der Kotyledoneen vor den Früchten und meist viel *früher* als diese.

Auch diese *Frucht* ist wie jene Kügelchen *ohne* eine eigentliche allgemeine Fruchthülle, ohne Perikarp, und gehört damit der elementaren Erscheinung des Keimwesens an. Diese *Frucht* ist nämlich als nakter Same nichts anderes als eine *ungewöhnlich grosse nakte Spore* mit ihren zwei wesentlichen Bestandtheilen dem *centralen Sporenschlauch* mit Gehalt und der *äussern Sporodermis*. So gibt auch diese Lebensgeschichte einen Beweiss, wie die Vegetation alle ihr Gebilde zuerst in dem *äusserlichen* reifen Zustande bei dieser Klasse der Wurzelherrschaft erscheinen lässt. Dass die Pistille, Früchte und Samen vom Axengebilde ihren Ursprung nehmen, ja wie wir in den Rhizokarpeen u. a. weiter nachweisen werden, auf dieser Stufe Metamorphosen der Stengelglieder selbst, somit neu erzeugte wiederholte Stengelglieder, also Axen als Knospen im Zustande des Keimgehaltes wie Wurzelknollen sind, kann nirgends klarer nachge-

wiesen werden als in *dieser Ordnung*, da auch das Früchtchen oder der Same der Characeen eigentlich ein umgewandeltes mit Gehalt gefülltes Stengelglied ist, bei dem die Umhüllung der Röhrchen, wie sie im Stengel als Samenknospenhülle erschien, Samenschale und darum viel inniger wurde.

Weil Frucht und Stamm als allgemeine Axenorgane ursprünglich fast *indifferent* sind, so erscheinen beide Organe auch da, wo sie in die Differenz und Selbstständigkeit hervortreten, noch nächst verwandt miteinander. In den Stengelgliedern geht die Vermehrungsgeschichte im gleichmässigen Wechsel von innerer Germination und von Entäusserung des Gehaltes in Prolification von Glied aus Glied fast ähnlich wie im Knospen und Entfalten der andern Pflanzen fort. Allein wie die höhere Reife in das Gebilde eintritt, so kehrt auch einestheils der Entäusserungstrieb im Innern ein, das Innere entleerend und den Gehalt entwickelnd und verzehrend. Dies geschieht im *Antheridium*.

Im Gegensatze gegen dieses Extrem der Entäusserung hält aber andererseits das Glied, welches zur Spore als einem *Samen* wird, seinen Gehalt nach innen in fester Hülle zurück. So wird in beiden die äussere Vermehrungsgeschichte des Stengels im Entäusserungstrieb, so wie das Sprossen des Proliferirens beschränkt. Denn in der seitlichen Vermehrungsgeschichte des wachsenden Knospens und Entäusserns entsteht das Zweiglein. Dieses kann aber in den Blüthen nicht mehr gebildet werden, da der eine Theil, die Kügelchen, keinen organischen Gehalt bei ihrer Verzehrung und Erschöpfung im Reifeübermaas haben, der andere Theil, die Samen, ihn nach innen zurückhalten und verschliessen, um ihn in den Keim

des Samens überzuführen. So ist in den Blüthen das *indifferente* Wesen des Stengelgliedes *differenzirt*. Die Samen- oder Sporenhülle (äussere Sporodermis) besteht zu äusserst aus den peripherischen Röhrchen des Stengelgliedes, welche nach den bisherigen Erfahrungen bei der Spore immer in der *Fünfzahl* erscheinen. Wie in den höhern Organen fast überall die üppige Produktion der niedern Stufe auf ein *bestimmtes* Maas begrenzt ist, und die Fünfzahl so häufig bei dem höhern Blumen- und Blüthenwesen einfach oder in Vervielfachung vorkommt, so beweist auch diese Zahl hier die höhere Natur dieses Gebildes. Doch sind diese Röhrchen der Spore länger und stärker und fester als die der Stengelglieder und umziehen in engen Spiralwindungen ihren Inhalt, während die Röhren des Stengelgliedes mit der Centralröhre meist fast parallel verlaufen und fast gerade sind. Auf der Spitze stehen alle fünf in ihren etwas flachgewordenen Enden über den Samen hervor, diesen gleichsam abschnürend. Diese fünf freien Enden bilden das sogenannte Krönchen (stigma *Linn.*, corolla, coronula, calyptra, sepala *Reichenb.*, involucrum Wallr. u. s. w. genannt). Kaulfuss (Keimen der Charen, S. 21) will die rundlichen Spitzen der 5 spiraligen Bänder um den eiförmigen Kern für nakte Griffel ansehen, welche zusammengedreht seien und ein Involucrum oder Perikarpium bilden. Unter diesen Röhrchen liegen noch zwei Hüllen, eine äussere, welche anfangs durchsichtig ist, später dicker, derber und braunroth und in der völligen Reife schwarz erscheint und nur aus der innern expandirten Substanz der Röhrchen besteht, daher sie auch beim Aufbruch im Keimen an der Spitze 5 kleinere Zähnchen zeigt (s. Kaulfuss

a. a. O., S. 47) und eine innere viel zärtere weisse Hülle, welche ursprünglich die Zellenmembran der gestreckten Centralzelle des Stengelgliedes, also die Membran des Embryosaks oder Pollenschlauchs als Keim selbst ist, da bei jeder Spore der Sporenschlauch wie ein elementarer Embryo, und der Embryosack ursprünglich als die innerlich germinirende Centralzelle der Spore oder als Sporenschlauch erscheint. Darum steht diese Erscheinung des Characeensamens auch einzig im Gewächsreiche da, obwohl nicht in der Art, dass, wie SCHLEIDEN meint, keine Analogie für sie festgehalten werden könnte. Denn diese Embryoerscheinung bei den Characeen steht nur erst auf der *niedersten* Stufe der Embryobildung. Es ist somit in diesem Gebilde *vielmehr* nur erst die *elementare Keimgrundlage* dazu angelegt, als dass schon eine ausgebildete vollständige organische Entwicklung und Ausprägung zu einem wahren Embryo eingekehrt wäre, eine Function, die eigentlich *jeder Embryosack* hat (die Rhizokarpen ausgenommen), da er das Nahrungsmaterial (Mark und Endosperm) für die Entwicklung des Embryo's producirt. Denn da die Grundlage des Embryo's ein Axengebilde ist, worin eine Knospe angelegt wird für die Entwicklung des wahren Pflänzchens, das also noch in der Unbestimmtheit der Ausprägung oder in der Allgemeinheit steht, so kann auch die niederste Stufe der Embryobildung nur die Anlage zu dieser ersten Grundlage, also nur das noch rohe *Material* zur Entwicklung des Axengebildes selbst enthalten. Auch das ausgebildete Axengebilde selbst ist im Allgemeinen nur der Träger des Materials und Gehalts für die Entwicklung der höhern Organe aus ihm, um so mehr ist dies

also auch dessen Grundlage im Characeensamen. So erscheint darum dieser Characeensame als eine Fassung des Gehaltes für die Entwicklung des neu nach dem Untergang der Lycopodiaceen wieder in Equisetum herzustellenden Axengebildes. Denn da dieses auf dieser Stufe nur erst in vorherrschender Aeusserlichkeit bei dem Characeenstengel möglich ist, indem noch die *wurzelartige* Beschaffenheit, die Dehnung und Ernährung, die Endosmose und Saftströmung vorherrscht, so ist ein Anhalt gegen diese Entäusserung des Materials in Zurückziehung nach innen und in Concentration als Gegentheil der Wurzelartigkeit, eine Annäherung an die Natur der *Mutterzelle der Sporen* bei den niedern Ordnungen dieser Klasse, also an das Zellensporangium vonnöthen. Demnach haben wir hier eine grosse Centralzelle als Embryosack oder Mutterzelle für Entwicklung von Material für den eigentlichen nachfolgenden Embryo, für den Wurzelknollen der Equisetaceen. Wie der Sporenschlauch bei der Keimung überhaupt, so zeigt auch dieser grosse in sich als Inhalt anfangs nur eine trübe Schleimmasse mit Körnchen. Die äussern Röhren erscheinen daher auch hier wie bei der Pollenhaut und äussern Hülle des Sporenschlauchs überhaupt als *abortirende* sich nur theilweise entwickelnde erschöpfte dem Sporenschlauch anklebende rudimentäre Zellen, welche die äussere Sporodermis ausmachen. Demnach erscheint der Characeenstengel auch als eine *Prolification* von *Sporen* mit oder ohne äussere Sporodermis, wovon wir oben schon gehandelt haben, so wie man ihn andererseits auch als Anfang zu einem Proembryengebilde ansehen kann, aus dem die Entwicklung der Pflänzchen in der folgenden Lebensgeschichte erfolgt. Daher erscheint der Gehalt des

Characeensporenschlauchs als eine unbestimmte trübe Masse (pulpa granulifera), die grössere platte und kleinere runde Stärkmehlkörner mit viel Schleim enthält. Sie wurden von Manchem wie z. B. Hedwig, Wallroth, Martius u. a. *selbst* für kleine Samen und Sporen irrig angesehen. Diese grosse weisse zarte Zellenmembran mit diesem noch fast chaotischen Brei dehnt sich bei der *Keimung* nach Kaulfuss*) auf der Spitze der Frucht, von wo die sie umwickelnden Spiralröhrchen mit ihrer innern Hülle von ihr bei der Expansion frei auseinander getrieben werden, hervor. Zuerst drängt sich über die zwei äussern Hüllen (doppelte Sporodermis) ein Bläschen hervor, welches sich bald in einen Cylinder verlängert und nach Kaulfuss (Keimen der Charen S. 46) nur eine *unmittelbare Verlängerung* der sich dehnenden Membran des innersten Sackes oder Schlauches ist. Dabei wird die äussere Umhüllung nur am obern Theile aufgetrennt und also noch nicht die ganze Sporodermis abgeworfen, sondern bleibt sehr lange mit dem Keim verbunden, so dass demnach schon ein Uebergang zu *innerlicher* Germination des Sporenschlauchs in diesem Vorgange auftritt. Ist der Keim eine Linie weit hervorgetreten, so bemerkte Kaulfuss, dass er gewöhnlich aus vier Gliedern bestand. Dabei wird allmählig der innere Gehalt des Keimsackes, die Körnchen, verzehrt. Zu gleicher Zeit entspringen aus dem untern Theil der Röhre an der Spitze des Samens abwärts gehend ungegliederte, sehr zarte weisse Wurzelfäden, deren En-

*) G. F. Kaulfuss Erfahrungen über das Keimen der Charen. Leipzig 1825. 8. S. 47, 71 ff.

den sehr fein fädlich pinselförmig sind. Hier tritt also schon im Anfange der Keimung auch die zweiseitig entgegengesetzte Polarisation von auf- und abwärtssteigender Vegetation ein. Diese Würzelchen hängen mit einer bauchigen Erweiterung der Röhre oder einem Knoten zusammen, um welchen sich zarte Bläschen angesetzt haben, aus denen sich nach und nach diese kleinen Wurzelfädchen entwickeln. Durch die Vermehrung dieser Bläschen und Fädchen an dieser Stelle wird ein Knoten gebildet, so dass, indem auch hier eine Prolification von Knoten oder Gliedern eintritt, daraus die Hauptwurzel hervorgeht. Ausserdem entstehen, und zwar zuerst am 4. bis 5. Röhrchen noch andere Verdickungen von wirteligen Reihen zarter Zellen, aus denen sich die Aestchen entwickeln, woraus zugleich ersichtlich ist, dass hier die Aestchen und lateralen Würzelchen sich auf gleiche Weise ansetzen. Sehr merkwürdig ist die schon gleich anfangs in den einzelnen Zellen mit ihrer Entstehung einkehrende rasche innerliche Bewegung der Zellensäfte und kleinen Körnchen sowohl bei den Stengel- als Wurzelgliedern, wo auch offenbar wird, dass der Wurzeltheil der Pflanze seinen eigenen von dem des Stengels verschiedenen Saftstrom hat, der sogar durch eine Scheidewand wie durch einen Knoten von dem des Stengels gesondert ist. Selbst die ersten Bläschen, welche sich an den Hauptgliedern und wirteligen Reihen ansetzen und aus denen die Wurzelhaare und Aestchen hervorgehen, zeigen im Innern schon lebhafte wimmelnde Bewegung von sehr kleinen Körnchen. Da die Keimung der Centralzelle oder des elementaren Keims im Allgemeinen Verwandtschaft mit dem äusserlichen Keimen des *Sporenschlauchs* durch Glie-

derung und Abschnürung bei Produktion und Zusammensetzung der gegliederten perlschnurartigen Fäden des Proembryo's zeigt, so könnte man auch die *Characeenpflanze* als ein *Proembryengebilde* darstellen, welches darum wie insbesondere in seinen Früchten die Grundlage für Entwicklung der *Equisetaceen* enthält, wie die folgende Untersuchung darthun wird.

Dritte Familie.

Die Equisetaceen (Schafthalme, Schachtelhalme, Kannenkräuter).

Gattung: Equisetum *Linn.*

1) *Allgemeiner Erscheinungscharacter.*

Krautartige ausdauernde, feuchten oder sumpfigen Boden liebende Pflanzen, grösstentheils in der gemässigten Zone lebend. Der Wurzelstock ist unterirdisch kriechend, stengelähnlich, ästig, gegliedert, so dass die einzelnen Glieder, die auf der Spitze kurze Blattscheidchen haben, oft zu fortpflanzungsfähigen Wurzelknollen anschwellen. Die Wurzelzasern erscheinen aus den Gelenken an den Enden der Glieder wirtelig. Die über den Boden aufsteigenden Stengel (eigentliche Zweige), auch Halme, Schäfte, genannt, sind stielrund, steif, gegliedert, gefurcht, meist glatt, einfach oder quirlig ästig, oft wiederholt quirlig (selten zerstreut) verzweigt. Die Glieder haben im Centrum der Axe eine grosse Lufthöhle, im Umfang zwei Kreise von vielen kleineren Luftkanälen, welche die vorspringenden Kanten einnehmen und mit den Furchen abwechseln und durch Parthien von Bastbündeln und von Ringgefässen, die im Kreise

stehen, gebildet werden. Die Oberhaut ist sehr dick und fest und mit Spaltöffnungen versehen. Die Aestchen brechen ausserwinkelständig am Grunde der Blattscheide durch und haben wie die Glieder unter dem Boden keine Lufthöhle im Centrum der Axe. Die Blattscheide ist meist trockenhäutig oder lederartig und entspringt aus dem Umfang des Gliedes, dessen peripherischen Gefässe und Bastzellen sich in sie fortsetzen, sie erscheint wie eine Zusammensetzung aus vielen wirteligen verwachsenen Blättchen, tritt über das Glied hervor, ist selten einfach wie abgestutzt, sondern spaltet sich meist in Zähne auf der Spitze, welche in Farbe oft von der Blattscheide verschieden sind und in seltenen Fällen sogar von ihr abfallen. Die Halme sind entweder fruchtbar oder unfruchtbar. Die fruchtbaren sind meist einfach, bleich, zart, oft früher erscheinend und früher absterbend als die unfruchtbaren, welche sich durch ihre grüne Farbe, stärckere Dicke und Grösse und üppige Verzweigung vor jenen auszeichnen. Der Fruchtstand endständig eine kurz- oder langgestielte einzelne Aehre oder ein Sporokarpienzapfen mit einer walzenförmigen in der Mitte oft ziemlich dicken Spindel mit vielen übereinanderstehenden Wirteln von Sporokarpien. Das Sporokarp hat auf einem Stielchen oder Filament den eigentlichen etwas dicken schild- oder scheibenförmig ausgebreiteten, am Rande vieleckigen Fruchtboden als Connectiv, dessen untere der gemeinsamen Spindel zugekehrte Seite rings um das Filament quirlig 6 — 7 zusammengesetztzellige Sporenbehälter oder einfächerige häutige Sporenkapselchen einnehmen, die auf der innern dem Stielchen zugekehrten Seite in einer Längsspalte aufspringen und viele Sporen enthalten. Die Sporen

sind kugelig und vor der Reife von vier langen ungegliederten von der Basis der Spore ausgehenden und an ihr angehefteten, an ihren obern Enden keulenförmig erweiterten spiralförmig gewundenen elastischen Fäden (Springfäden oder Keimschleudern) eingehüllt.

2) *Grundzüge der morphologischen Entwicklungsgeschichte.*

Auch die Familie der Equisetaceen hat wie die meisten Familien dieser Ordnung nicht wenige Schwankungen ihrer Stellung in der systematischen Botanik erfahren. Schleiden stellt sie wie Bartling Perleb, Martius, Roeper u. a. an die *Spitze aller Kryptogamen*, also sogar *über die Farrenkräuter*, während ihnen Endlicher (genn. plantt. S. 58) einen Platz *unmittelbar vor den Farrenkräutern* anweist und dabei äussert: „Equisetaceae quoad veram affinitatem et partium fructificationis naturam summopere dubiae et ab omnibus hodierni orbis plantis distinctissimae." Noch confuser und bunter geht es in andern botan. Schriften zu, so dass auch hier wie gewöhnlich in den bisherigen botanischen Systemen, obwohl sie sich für naturgemäss ausgeben, das Sprüchwort seine Anwendung findet: Quot capita tot sensus. Denn diese Verwirrung stammt aus subjectiven Ansichten und aus der bisherigen willkürlichen Methode, die Baco's gewichtigen Spruch: non excogitandum sed inveniendum quid Natura faciat u. s. w. vergessen hat. Den Sinn und die Bedeutung der Erscheinungen der vegetativen Natur zu verstehen kann allerdings nicht Jedermanns Sache sein. Aber es sollen, wie Linné schon ermahnt, Unberufene dergleichen unterlassen. „Desistant, qui impares sunt,

sed qui valent, botanici sunt eximii" sagt jener Meister, um den sich aber heutigs Tags Wenige mehr kümmern, da sie so hoch über ihm zu stehen wähnen. So ist der seelenlosen Sammelei, dem geistlosen philistermässigen Treiben der banausischen Construktion und dem todten Mechanismus ohne wahrhafte biologische Grundlage und Principien der freieste Spielraum geöffnet, der oft zum wahren Tummelplatz phantastischer Prunkstücke wird und nicht selten in ein *Zusammenwürfeln* der Familien zu einem sogen. natürlichen System (!) aufs Gerathewohl übergeht. Daher müssen wir auch hier vor Allem den Lebensgrund, aus dem die Erscheinung der Equisetaceen erfolgt, den physiologischen Gesetzen des Wechsels des vegetativen Lebens gemäss bestimmen und darstellen.

Die aus den Keimen wieder neu germinirende aufsprossende Axenvegetation der *Characeen* trägt den Charakter der verjüngten Wiederherstellung in elementarer Erscheinung, zeigt somit noch vorherrschende Entäusserung und Erschöpfung. Nur *allmählig* erlangt die Vegetation über dem Blüthenreceptakel wieder den höhern Gegensatz gegen die Aeusserlichkeit und Reife.

Im Uebergang zu dieser *vermehrten Wiederherstellung* des Pflanzenkörpers oder Axengebildes *über* das Moosreceptakel hinaus wirken die Lebenstriebe in demselben Lebensgesetze, welches sie in der receptakelartigen Produktion empfangen, obwohl in höherer Steigerung, fort, so wie auch daraus schon die, obwohl noch schwache Erscheinung der vorausgehenden Familie ihren Anfang nahm. Vor Allem herrscht hier wie bei allen Gebilden *über* dem *Receptakel* und wie in diesem selbst, das Uebermaas der

Entäusserung und Reife *innerlich central* und die Reaction dagegen durch erneute vermehrte Reproduktion und Bindung *peripherisch*, da das Fortsprossen in Gipfeltrieben durch die Reife ganz erschöpft ist oder doch in grosser Schwäche steht. Wie die schwächsten Axengebilde *über* dem Receptakel die innerlich erscheinenden *Samenknospen* sind, so haben die in Analogie mit ihnen erscheinenden Axenglieder der *Characeen* ursprünglich dieselbe Schwäche in elementarer Erscheinungsweise und Gehaltlosigkeit. Allein wie die eigentlichen Samenknospen zu grösserer Innerlichkeit durch die heranwachsende Umhüllung, durch erneute Ernährung und Fülle des Materials gelangen und damit auch endlich ein *innerlicher* Gehalt angelegt wird, eben so tritt in der Erscheinung dieser Samenknospen als *Samen oder Früchte der Characeen* derselbe Fortschritt zu *stärkerer Umhüllung* auf dem Umfange und zu einem *innerlichen Gehalt* ein. Durch die Einkehr dieses höhern Lebensmomentes, wodurch die *Samenknospe* zum *Samen* obwohl erst auf niederster Stufe der Erscheinung sich erhebt, worin der *Characeensame* nur als *nakte Spore* erscheinen und noch *keinen wahren Embryo*, sondern nur einen *elementaren Keim* als *Sporenschlauch* in sich erzeugen kann, wird die *Characeenfrucht (Characeenspore)* die *Grundlage* der *Entwicklungsgeschichte*, aus der der *Equisetaceenschaft* hervorgeht. Durch die Natur der höhern Innerlichkeit und vermehrten Reproduktion gelangt die Samenknospe, wie bei den Cycadeen, den grosskeimigen Sporenbehältern der Isoëteen u. a. zur Annäherung an die Wesenheit eines *Karpells*, da ja überhaupt die Samenknospe und der *Same* bei jeder Frucht dem Wesen nach als ein *erschöpftes Karpellchen*

erscheint und somit ursprünglich *einsamiges Karpell* (Karyopse) *Same* auf niederster Stufe fast indifferent sind, wie insbesondere die *Cycadeen, Coniferen*, Gläser u. a. beweisen. Aus der Grundlage dieser Karpellartigkeit der Characeenfrucht ist daher der Fortschritt derselben in das Equisetaceenschaftglied, das als ein im Charakter der Reife stehendes Axenorgan, als reife Frucht oder Blüthenreceptakel erscheint, noch klarer. Allein wenn wir auch von der Natur der *Characeenfrucht* als *Spore* dargestellt ausgehen, so ist bekannt, dass aus dem noch unbestimmten körnig schleimigen Inhalt der Centralzelle oder des Sporenschlauchs überhaupt durch Regermination und Entwicklung der zusammengesetztzellige *Proembryo*, der einem *wurzelknollenartigen Keimgebilde* entspricht, hervorgeht. Als ein solches durch Metamorphose aus der äusserlich keimenden *Spore* der *Characeen* aufgegangenes Keimgebilde in vermehrter Produktion oder als *Proembryo* erscheint der *Wurzelknollen* der *Equisetaceenpflanze*, so dass, da auch die *Characeenfrucht* als *Wurzelknollen* erscheint, hierin eine Fortpflanzung von vermehrten Wurzelknollen aus einem elementaren oder Zellenknöspchen vorkommt. Denn auch bei der Fortpflanzung der Phanerogamen erscheint jedes *Pollenkorn* mit zusammengesetztzelliger Pollenhaut, welche als äussere Sporodermis in den peripherischen Röhrchen der Characeenspore aufs Klarste *zusammengesetztzellig* ist, als ein *elementares Zellenknöspchen*, das sich im Fortschritt zum wahren Embryo zu einer Zweigknospe in der Grundlage eines Wurzelknöllchens entwickelt. Indem die Characeenfrüchte auch als Wurzelknollen erscheinen, da sie auf wurzelartiger Grundlage von Wurzelpflanzen vorkommen, diese Knol-

len aber den Charakter von Axenorganen und zwar von knollenartig verdickten Axenstücken wie z. B. bei den Equisetaceen klar ist, enthalten, also durch ihren innerlichen Ansatz von Knospenwesen, aus dem eigentlich die neuen Axenorgane sich entwickeln, *embryen-* oder *proembryenartige* Axengebilde sind, so können durch Germination und Entwicklung derselben auch Axengebilde hervorgehen. Da überdies aber bei den Wurzelknollen wie bei den Embryen auch der Charakter von Reife vorherrscht, so dass sie nicht in Verbindung mit der Mutterpflanze bleibend auf ihr selbst auswachsen, sondern abfallen und erst durch erneute äussere Germination den aus ihnen hervorgehenden Stengel produciren, so steht damit die Erscheinung im nächsten Zusammenhang, dass aus der Metamorphose der *Characeenfrucht* wie aus einem *Wurzelknöllchen* (Zellenknöspchen) das *Equisetaceenschaftglied* und zwar zuerst das *unterirdische*, das gleichfalls ein *Wurzelknollen* ist, angesetzt wird.

Mag man nun den *Fruchtinhalt* der Characeen als einen *gefüllten Embryosack* (als grosse Zelle mit *Endosperm* im Cambiumzustand) nehmen oder für einen *elementaren Keim*, einen *centralen Sporenschlauch mit Gehalt*, so ist bekannt, dass im ersten Falle dieser Gehalt (Endosperm) die Nahrungsgrundlage und das Material ist, aus welchem sich der zusammengesetztzellige Keim, der eigentliche Embryo der Kotyledoneen, welcher gleichfalls ein *wurzelknollenartiges* Gebilde ist, ansetzt, ernährt und bildet, in dem zweiten Falle aber aus der äusserlichen Germination des *Sporenschlauchs* ein expandirter wurzelknollenartiger *Proembryo* hervorgeht, so dass beiden als *Wurzelknollen* das unterirdische Schaftglied der Equisetaceen entspricht. In dieser

Analogie des Fortschrittes aus dem *elementaren* (Spore) in den höhern *zusammengesetzten Keim* (Embryo) durch erneute Germination steht die *Metamorphose* der *Characeen* in die *Equisetaceen*, die somit im Charakter des Gegensatzes der *Blüthenerscheinung* erfolgt. Die Characeenfrucht geht als Same oder reifer Wurzelknollen in Regermination. Daher setzt sich in ihm wie schon in den Samenknospen überhaupt, wenn sie in Regermination gehen, die Grundlage zur höhern Axenerscheinung an, die endlich zu der Embryenbildung als Wurzelknollen der Equisetaceen führt. Oder wenn man lieber will die *Characeenspore* entwickelt sich zum *Proembryo*, der als *Wurzelknollen* zum Schaftglied der *Equisetaceen* wird. Möchte man vielleicht auch die Characeenfrucht im Lebensmoment der Samenknospe als einer Receptakelerscheinung darstellen, so tritt (da beides in Reife untergehende Axenorgane sind) der nächste Fortschritt aus denselben in die innerliche Regermination oder in das Lebensmoment, durch welches verjüngt erscheinende höhere Axengebilde (Blüthen oder Embryen) sich aus dieser reifen Axe (Blüthenreceptakel oder Samenknospe) entwickeln. Dies sind sonach gleichfalls die Wurzelknollen der Equisetaceen, welche aus dieser Metamorphose hervorgehen, so dass sie auch in dieser Vorstellung einen *blüthenartigen* Ursprung haben, wovon unten bei Erörterung der Verwandtschaft der Equisetaceenschaftglieder und ihrer sogen. Blattscheide mit der *Mooskapsel* weiter gehandelt werden wird. In der Characeenfrucht selbst erscheint der Gehalt, da ihr Inneres nur eine Centralzelle ist, erst als eine unbestimmte körnigschleimige cambiumartige Masse ohne Unterscheidung von Zellen, wie beim Zellenwesen über-

haupt, ehe sich in den Zellen neue Zellen entwickeln. Denn, wie in dem ersten cambiumartigen Zustand alles Zellgewebes überhaupt, so ist auch hier nur eine allgemeine gummi- oder gallertartige Auflösung, in der eine Menge dunkler kleiner Punkte wahrnehmbar ist, die zu Mittelpunkten körniger Anhäufungen, zu Cytoblasten werden, aus denen die Zellenentwicklung hervorgeht. Gesetz in der aus Schleim und Stärkmehlkörnern bestehenden fast chaotischen Masse im Innern der Centralzelle entwickele sich Zellenwesen, so erscheint es als Grundlage der Wurzelknollen der Equisetaceen Denn es ist bekannt, mit welcher Leichtigkeit und Schnelle zumalen bei den Akotylen die Zellenentwicklung in den Zellen vor sich geht, wenn die materielle Grundlage und die Bedingungen dazu vorhanden sind. Aber auch die Gefässbildung aus Zellgewebe erfolgt eben so schnell in erneuter Regermination aus der Grundlage des Materials reifer Zellen. Denn da die Regermination eingekehrt ist, so bleibt sie bei der Zellenentwicklung nicht stehen, sondern es geht eine zweifache entgegengesetzte Entwicklung, wie in den Blüthen aus dem Receptakel überhaupt, hervor, wovon die zweite die Gefäss- und die Gefässbündelbildung bewirkt, welche sich mit ihrer zusammengesetzten axenartigen Natur schon der Regermination im Princip der Pistillarerscheinung nähert, wovon schon bei den Lycopodiaceen gehandelt wurde. Da die Gefässbildung eine Folge der üppigern Parenchym- oder Markproduktion ist, so herrscht auch in den Wurzelknollen von Equisetum noch der Gehalt an *Mark* vor und die Gefässe sind nur erst schwach und kurz und kommen *nur* auf dem *Umfang* vor, wo die erneute Germination und vermehrte Produktion zuerst wie

bei allen Axengebilden einkehrt und wie auch in der Reproduktion der Axengebilde über dem Receptakel überhaupt die *peripherische* Erscheinung der Staubgefässe *vor* der centralen des Pistills vorhanden ist. Daher muss auch diese erneute Wiederherstellung des Gehaltes selbst, da sie eine erneute Ernährung und Vermehrung ist, im Boden bei den unterirdischen Schaftgliedern geschehen, wo der Ansatz des Gehaltes noch den *äussern* Reizen der Germination entzogen ist. Aus demselben Grunde tritt die Germination und erneute Produktion der Gefässbildung, wie nicht minder das Sprossen, bei den oberirdischen Schaftgliedern nicht nur stärker auf, sondern, da die höhere Reife nun auch bis ins Centrum eingreift, so folgt nun auch in der Centralität dieser Schaftglieder die Reaction gegen diese höhere Reife, die Regermination nach. In Folge dieser findet die Ueberführung des centralen Gehaltes des Schaftgliedes in Gefässe und in den centralen Luftkanal Statt, welcher somit wie eine pistillartige Vegetation der Bildung der peripherischen Luftkanäle *nachfolgt.*

In diesem merkwürdigen Fortschritt von dem samenknospen- und noch fast wurzelartigen Axengebilde der Characeen zu dem wahrhaft stammartigen Axengebilde der Equisetaceen wird zugleich das charakteristische Wesen der wahren Axengebilde im Sprossen und in Gefässbündeln kund, während die noch mehr der Wurzelartigkeit, Reife und Aeusserlichkeit angehörigen, den Equisetaceen vorausgehenden Axengebilde, ähnlich wie die vorzugsweise der Reife angehörigen Axengebilde der Staubgefässe und der Embryen, denen sie entsprechen, nur sehr wenige oder keine Gefässe haben. Denn die Gefässe sind schon aus Zellen entstanden und zusammengesetzte

vermehrte Gebilde, also aus der höhern Erscheinung der *gegenseitigen Durchdringung von Reife und Regermination* hervorgegangen. Daher kommen bei den Equisetaceen die Organe in diesem Charakter der Innerlichkeit der Composition und des Gewebes vor, während in den Characeen diese Durchwebung von Zellgewebe noch nicht herrscht. Darum ist auch, und weil überhaupt, wie wir schon oben auseinandersetzten, die Metamorphose hier zwischen den Gegensätzen des *Blüthenwesens* schwebt, ein so auffallend grosser *Unterschied* und *Gegensatz* zwischen den *Characeen* und *Equisetaceen* als zwischen *Staubgefässen*, obwohl noch mit äusserer Produktion, mit *nakten Pollenkörnern* oder *nakten Sporen* (der Characeen) und zwischen *Pistillen* oder *reifen offenen Früchten* mit *nakten Embryen* (*Sporokarpien* von Equisetum). Eben so stehen die *Sporokarpien* beider in demselben Gegensatze wie *nakte Sporen* und wie *nakte Embryen* der Phanerogamen. So auch erscheinen die ganzen Pflanzen (Schäfte) in ihren *Gliedern* wie *proliferirende Sporen* oder *proliferirende Samenknospen* und *proliferirende Samenschalen*, so dass die entwickelte Characeenpflanze im Ganzen wie eine *proembryenartige* Vorbildung für die Equisetaceenpflanze erscheint. Wir haben schon im Eingange zu dieser Schrift dargethan, dass das Pistill und die Frucht als ein auf den Untergang des niedern receptakelartigen Axengebildes erneut wiederaufgehendes durch Wiederverschliessung verwandeltes in potenzirter Erscheinung des Blüthenreceptakels stehendes Axenorgan ist und somit auch in äusserer Erscheinung gleichsam nur eine modificirte Wiederholung jener Erscheinung der niederern Stufe vorstellt. Daraus ergibt sich die Aehnlichkeit und

nahe Verwandtschaft, welche das Schaftglied der *Equisetaceen* mit dem Gebilde der *Laubmoosfrucht* hat, so dass jenes wie eine reife Frucht auch als Metamorphose dieser erscheint, wenn man in Bezug auf jenes diese als ein Blüthenreceptakel zu Grunde legt. In diesem Gesichtspunkte erscheint die Moostheca nicht nur in Reife aufgebrochen und ihres Keimgehaltes entleert wie ein reifes Perikarp, so dass die Blattscheide des Equisetaceenschaftgliedes diese aufgebrochene wiederholte und damit in die Blattnatur umgewandelte Mooskapsel darstellt, sondern bei jedem Equisetaceenschaftglied tritt auch die in Regermination gegen das Reifeübermaas reproducirte Mooscolumella als leeres Pistill des Moosreceptakels oder als Mittelsäulchen (leeres Spermophorum) des aufgesprungenen Fruchtgebildes auf. Das in Reife aufgesprungene Perikarp, welches sich als Moostheka auch noch in den Zähnen der Blattscheiden der Equisetaceenschaftglieder kund gibt, tritt durch die gegen das Reifeübermaas wiedereinkehrende Verjüngung und Regermination in den Zustand des gemeinen Blattwesens über, wovon wir auch bei den *Isoeteen* nachweisen werden, dass es von der *reifen Fruchthülle* durch Regermination und erneutes Wachsthum stammt. Die *Blattscheide* entspricht daher, da die Frucht wieder in den receptakelartigen Zustand zurücksinkt, einem verwachsenblättrigen *Perigon* der Kotyledoneen und zwar insbesondere einer *gamopetalischen Korolle*, wovon wir unten weiter handeln werden. Das Mittelsäulchen als Moospistill sinkt in diesem Fortschritt in die äusserliche Germination wie die Pistille auf dieser Lebensstufe überhaupt zur Natur eines receptakelartigen Axengebildes oder eines Schaft- (Stengel-) gliedes zurück.

Die in dem Stillstand der Entwicklung durch den Embryozustand der Mooskapsel in ihrem Wirken durch einander gebundenen und beschränkten Gegentriebe werden hier wieder frei und treten in wiederholten Akten im Gegensatz gegeneinander auf, wodurch die erneute Lebensregung in wechselnden Akten der Reife und Regermination hervorgeht.

Obwohl die zwei höchsten Gegentriebe noch im allgemeinen Ebenmaas zusammenwirken wie in der *Receptakelerscheinung* überhaupt, so kommen doch auch die Momente ihrer Ausweichung auseinander auf die Extreme ihres Wirkens *gegen* einander im Wechsel vor. Das Leben kann sich in der *Selbstständigkeit* der Erscheinung, die es in der Abziehung seiner selbst von der äussern Abhängigkeit und in der unmittelbaren Gegenbeziehung der schaffenden Triebe auf sich selbst bei ihrer gegenseitigen Durchdringung in der *Receptakelerscheinung* errungen hat (womit es sich schon der animalischen Erzeugungsweise nähert), der äussern Abhängigkeit seiner Erscheinungen über das Receptakelmoment hinaus in Freiheit wieder hingeben, da diese Hingebung keine Preisgebung seiner Selbstständigkeit mehr werden kann, und seine in der vorausgehenden Lebensgeschichte geübten und geprüften Kräfte das Material in der ihnen in der Receptakelbildung eingeprägten gesetzmässigen Zucht und geregelten gegenseitigen Abgemessenheit so bemeistern können, dass es der Pflanzenseele im Aufbaue des Axengebildes aus seiner Hingebung in den Untergang zufolge der Receptakelreife und in der Wiederherstellung in erneuter Germination in wiederholten Akten und im Typus des Moosreceptakels folgen muss.

Die Extreme der *Gegentriebe,* Untergang in cen-

traler Reife und Wiederaufgang in erneuter peripherischer Germination und vermehrter Produktion treten nicht nur in jedem einzelnen Schaftglied auf, sondern auch in der hier wie schon in den vorausgehenden Characeen und Lycopodiaceen beginnenden Differenzirung in gemeine centrale Axengebilde und in peripherische Fruchtaxen. Denn es erscheint jedes Schaftglied im allgemeinen Charakter des Knoten- und *Receptakelwesens*, indem hier, wie wir schon in der Mooskapsel nachgewiesen haben, *Samenschale und Blüthenreceptakel* noch in fast indifferenter Erscheinung stehen. Da die Reife mit ihrer Auflösungs- und Expansionskraft bis in die Centralität, wo bisher der Cohäsions- und Erhaltungstrieb, wie z. B. in den Moosen, herrschte, eingedrungen ist, so wirkt diese mit ihrer centralen Herrschaft in Ueberwältigung des Cohäsionstriebes bis zum Uebermaase der Destruktion, so dass im Innern kein Gehalt und Gebilde entstehen und sich behaupten kann. Dadurch geschieht es, dass hier wie in der Centralzelle der Characeen kein organisches Gebilde mit Gewebe zu Stande kommen kann, indem die Entäusserung und Reife im Innern so sehr vorherrscht, dass nur innere leere Räume und Lufthöhlen producirt werden. Die Mooscolumella ist meistentheils noch innerlich solid, obwohl sie noch kein organisches Gebilde (wie etwa Samenknospen) aus sich erzeugen kann, und zeigt selten eine innere Höhlung, wie z. B. bei den Buxbaumien. Dagegen herrscht in dem ihr entsprechenden Schaftglied der Equisetaceen ein hoher Grad der Entäusserung und Aushöhlung. Um so mehr wird aber das Material ähnlich wie in der Receptakelerscheinung zur Peripherie gedrängt und dort angehäuft, wie man vorzüglich in dem Ansatze der

Leisten wahrnehmen kann. Da somit im Umfang der Gegensatz gegen die Reife und Verzehrung des Innern in höherem Grade einkehrt, so nimmt hier der Erhaltungstrieb und die erneute Germination überhand, ähnlich wie über dem Receptakel die erneute Produktion und Wiederherstellung der in Receptakelreife untergegangenen Axe von dem Umfange in der Staubgefässbildung ausgeht und erst allmählig zur innerlichen centralen Erscheinung des Pistills fortschreitet.

Darum wird man in den Equisetaceen einestheils die merkwürdige Erscheinung gewahr, dass sowohl die gemeinen Zweiglein, welche wie in den Characeen wirtelig auftreten, als auch die seitlichen Fruchtzweige oder Sporokarpien, ähnlich wie in der oben angeführten ablegerartigen Ausscheidung der Zweiglein bei den Characeen, *noch nicht* durch *innerliche* Germination und *innerliche centrale Produktion und Bildung* von *axillären* Zweigknospen ausgehen, sondern ihren Ursprung nur vom *Umfang* des Stengels *oberflächlich* nehmen, indem die gemeinen Zweiglein nicht aus dem Innern der Blattaxille hervorgehen, sondern an der Basis des Stengelgliedes, wo die Blattscheide mit dem Umfange dieses noch mehr indifferent ist, so dass sie die Blattscheidenbasis durchbrechen, wovon wir den weitern Grund unten darstellen werden.

Anderntheils folgt aus demselben Erscheinungsgesetz, welches in dem Receptakel liegt, aber in der Blüthenerscheinung zu höherer Intensität und klarerm Ausdrucke fortgeschritten ist, dass die Metamorphose der Equisetaceen von der Erscheinung der Characeen aus nur in einer *Steigerung* der dort schon herrschenden Produktionsweise des peripherischen Bindungs- und Umhüllungstriebes gegen die centrale Lösung und Destruktion vor sich geht.

In dieser höhern Potenz ist insbesondere sowohl die *peripherisch vermehrte Zunahme des Materials der Schaftglieder* begründet, als auch das *Heranwachsen der oft grossen Blattscheiden* verständlich. Denn diese Zunahme oder vielmehr Wiederherstellung des Blattwesens aus seinem Untergange in den Lycopodiaceen ist um so merkwürdiger als es von der Grundlage der höchst erschöpften quirligen Wurzelpapillen in den Characeen ausgeht. Da in dem nächsten Fortschritt über dem Receptakel wie die Petalen und Staubgefässe beweisen, die Reife und Erschöpfung mit Expansion und Vereinzelung noch vorherrscht, so stehen auch jene etwas expandirten Papillen in derselben Erscheinung der Erschöpfung und Vereinzelung, obwohl sie in ihrer quirligen Stellung schon den Uebergang zur Geselligkeit und gegenseitigen Bindung haben. Allein wie mit der vermehrten Produktion in erneuter peripherischer Germination auch die Bindung im Gewebe verbunden ist, so ist auch hier derselbe Fortschritt von jenen in die Cohärenz beim Blättchenverein der Blattscheide der Equisetaceen. Obwohl der Papillenkranz der Characeen und die Blattscheide der Equisetaceen in höchstem Gegensatze stehen, so haben sie dennoch schon ein ähnliches Verhältniss zu einander wie die Petalen und Staubgefässe. Wie die Wurzelpapillen auf den Kronen, obwohl im Gewebe gebunden, auf der Oberfläche frei hervortreten, dagegen in den Staubgefässen die höhere Bindung im Keim- und Embryozustand haben, so ist auch das Hervortreten der einzelnen Zellchen in den Blattscheiden beschränkt, zumalen da hier schon die höhere Bindung der Zellen in der Gefässbildung beginnt. Da aber dieses Blattscheidewesen in seinem

Charakter der Reife weder dem wahren Blattwesen entspricht, noch auch der Staubgefässbildung angehört, so sind diese *Blattscheiden* dem Lebensmoment der *monopetalischen Blumenkrone mit entleerter Verstäubung* analog, da ja die Petalen überhaupt als *Staubgefässe mit entäussertem Gehalte* erscheinen, der in Papillen bei ihnen gebunden ist.

Die Richtigkeit dieser unserer Darstellung wird insbesondere auch durch Metamorphosen bei Monstrositäten bestätigt, bei denen sich auf den oberen Blattscheiden wie auf monopetalischen Blumenkronen rudimentäre *Sporenbehälter* oder Spuren von *Antheren* ansetzen. Dergleichen Monostrositäten hat Roeper (s. dessen: Zur Flora Mecklenburgs S. 140) bei Equisetum Telmateja aufgefunden, wovon unten ausführlicher gehandelt werden soll.

Der Gegensatz dieser wieder eintretenden reichlicheren Produktionsfülle auf dem Umfange der Equisetaceenaxe ist im Vergleich gegen die erschöpfte Produktion in den Characeen desswegen um so grösser als im übrigen Gewächsreiche, weil diese Zunahme der Produktion der Axengebilde auf dem Umfange, obwohl sie hier kein vereinzelter, sondern allen Axengebilden zukommender *allgemeiner* Vorgang ist, gerade hier in demselben Lebensmomente auftritt, aus welchem der allgemeine *Grund* für diese allgemeine Erscheinung stammt, nämlich in dem blüthenartigen Fortschritt aus dem Untergange des allgemeinen Receptakels durch centrale Reife in die peripherische Wiederherstellung des Axenwesens durch Regermination und vermehrte Produktion, die wie in den Staubgefässen von dem Receptakelumfange ausgeht. Denn allgemein herrscht diese Wiederverkörperung nicht nur

in den Gebilden über dem Receptakel, sondern, da die Wirkung des dritten Lebensabschnittes sich auch auf die niedere Vegetation erstreckt, in den Axengebilden überhaupt. Dies ist somit ein Vorgang in derselben *Differenzirung* durch die Herrschaft des Fortpflanzungsgesetzes mit seiner gegenseitigen Durchdringung von Reife und Regermination, die wir im Eingange dieser Schrift dargestellt haben. Wie deren Ausdruck am klarsten in dem eigentlichen Fortpflanzungsapparat, den Samenknospen, ausgeprägt ist, in denen gegen den Untergang in centraler Reife (im Embryosack) die erneute vermehrte Produktion des Axenwesens auf dem Umfange in den erneut heranwachsenden *Samenknospenhüllen* und *Samenschalen* wieder aufgeht, eben so wird in demselben Erscheinungsgesetze die um die *samenknospenartig* erscheinenden Stengelglieder der Characeen üppigst im Fortschritt zu den *Equisetaceen* heranwachsende vermehrte Zunahme im *Umfange* leicht verständlich. In demselben Gesetz geht die Grundlage der Zunahme des Axengebildes wie vorzüglich bei den *Dicotylen* vom *Umfang* aus, während im Centrum Aushöhlung, Expansion, Zerrissenheit des Gewebes im sogen. Markkanal herrscht. Die Zunahme des körperlichen Wachsthums in die Dicke erfolgt durch die am *Umfang* unter der Rinde sich jährlich neu anlagernden Bastlagen, Holzringe, Markkegelmäntel u. s. w. Auch bei den *Monokotylen* geht alle neue Bildung von Gefässbündeln vom *Grunde* des Stammes und dessen *Umfange* aus, so dass bei fortscheitender Vermehrung dieser Bündel die neu hinzukommenden stets ausserhalb der schon vorhandenen peripherisch entspringen.

Da dieser Fortschritt aus demselben Gesetze wie die Folge der Gefässe selbst in der successiven Bildung der succedaneen Gefässbündel bei den Mono- und Dicotylen erfolgt, und die Theile nach und nach und zwar die der Axe zunächst liegenden sich zuerst entwickeln, so dass die Entwicklung von innen heraus gegen die Peripherie hin fortschreitet, wo die erneute Germination und Zunahme stattfindet, so tritt damit nun auch in den Equisetaceenschaftgliedern und Blattscheiden zuerst im Gewächsreich eine reichliche Erscheinung von *Gefässen und Gefässbündeln* und zwar von *succedaneen* ein, wozu in der üppigsten Anlagerung von *reifen Zellenreihen* in der Mooskapsel und deren Zähnen, so wie in der üppigen Saftströmung und Ernährung und in dem daraus beim Characeensamen hervorgegangenen erneuten Material die Grundlage gelegt wurde Denn mit der Herrschaft der Regermination und Reaction gegen den Untergang in Reife behufs vermehrter Produktion und mit dem Uebergange in erneute verjüngte Bildung tritt auch vermehrte Saftströmung ein, welche die Zellenreihen der noch mit Mark gefüllten unterirdischen Schaftglieder von Equisetum durchbricht und dann in den oberirdischen die reichlichere Gefässbildung zur Folge hat. Wie das Ziel der durch die Gefässbündel vermehrten Produktion endlich erreicht wird, zeigen die Equisetaceenfruchtzapfen und die Rhizokarpen.

Daher ist die Axe des Equisetaceenschaftgliedes von einem kreisförmig gestellten Verein von Gefässbündelchen umgeben und von einem ununterbrochenen zusammenhängenden Ring von Gefässen in sich selbst geschlossen, so dass das Centrum als grosse weite centrale Lufthöhle oder sogen. leerer Markkanal erscheint. Die Gefässe dieser einzelnen Gefässbün-

delchen sind aber selbst auch unter sich in einen *Kreis* gestellt (nicht bündelweise gehäuft), so dass, indem diese Gefässbündelchen ringförmig erscheinen und innerlich eine kleine Lufthöhle haben, dadurch ein concentrischer Kreis von engeren kleineren Lufthöhlen die grosse centrale Lufthöhle umgiebt. Ausserdem bilden sich in der Rinde zwischen je zwei Gefässbündelchen kleine Luftkanäle, so dass der Schaft zwei concentrische Kreise von kleinen Luftgängen im Umfange hat, welche mit einander abwechselnd stehen. Diese Luftgänge entstehen durch Zerreissung, Verflüssigung und Resorption des an und für sich schon locker erscheinenden innern Parenchyms oder Markes und beweisen den höhern Grad der innerlich herrschenden Reife und Zersetzung, während die kreisförmige Stellung der Gefässe und Gefässbündelchen für die Herrschaft der Bindung auf dem Umfange derselben spricht, so dass in jedem Kreise diese Gegensätze zusammenwirken. Somit können wir über den innern Bau der Equisetaceenschaftglieder sagen, dass die innere Axe oder centrale Höhle als eine Produktion erscheint, die im Ansatze *pistillartig* ist, dagegen die *peripherischen* engeren Luftgänge der *Staubgefässproduktion* analog auftreten und darum auch, wie die Staubgefässkränze mit den Petalen, in zwei concentrischen Kreisen alternirend vorkommen. Dadurch wird der Charakter der *receptakelartigen* Grundlage des Equisetaceenschaftgliedes noch deutlicher, da auch dieser Typus der allgemeinen Weise der Blüthenproduktion aus dem Receptakel bei den Kotyledoneen entspricht. Zugleich erhellt, dass, weil der Sporokarpienkranz einem Staubgefässkranz ähnlich ist und diese Organe fast wie Embryen erscheinen, in diesem

Parallelismus des Sporokarpienkranzes mit dem Blattcyclus (Blattscheide) und den peripherischen Luftcanälen die Grundlage des Verhältnisses gelegt wird, welches oft noch bei den Dicotylen die Gefässbündelzahl der Zweige und ihre regelmässige Vertheilung zur Zahl der Staubgefässe der Blüthe hat. Denn da die Staubgefässe und Sporokarpien wie embryenartige Anlagen von Axenorganen (für die Axenentwicklung der Pistille) erscheinen, so entsprechen diese Gefässbündel einzelnen Samensträngen der Früchte, die der Zahl der Samen und Embryen, zu denen sie führen, gleichkommen.

Durch diese receptakel- und blüthenartige Grundlage im Bau der Axenorgane und in der Gesammtvegetation nähern sich die Equisetaceen in so auffallender Weise der Erscheinung so mancher Formen des höhern Gewächsreichs, dass sie von mehreren Botanikern auf die Spitze der Kryptogamen gestellt wurden. Diesen schliesst sich auch Roeper an, der von denselben schreibt (s. dessen: Znr Flora Mecklenburgs S. 138): „sie zeigen in innerer und äusserer Stengelbildung, in Gestalt und Stellung ihrer Blätter, vorzüglich aber in ihren sogen. Aehren oder Fruchtständen vielfache Aehnlichkeit mit monocotyledonischen und dicotyledonischen Gewächsen und ist diese Aehnlichkeit, namentlich in Bezug auf ihren Fruchtstand keine rein äussere und unwesentliche.“ Dennoch müssen wir warnen, sich dadurch nicht zu falscher Deutung und Stellung derselben im Natursystem verleiten zu lassen, da man das Scheinbare und Mangelhafte vom Wahren und Ausgebildeten wohl zu unterscheiden hat. Doch lassen sich aus dieser *höhern* Natur der Schaftglieder manche sonst räthselhafte Erscheinungen wohl erklären. Dahin möchten

wir z. B. eine Beobachtung Schleidens (s. dess. Grundz. d. wissensch. Bot. II. S. 94) rechnen, nach welcher „die die Lücken in den unterirdischen Stengelgliedern begrenzenden meist etwas langgestreckten Zellen sehr spät noch einmal anfangen, in ihrem Innern Zellen zu entwickeln. Diese drängen anfänglich einzelne Stellen in der Wand der Mutterzelle blasig in die Luftlücke hinein, später dehnen sie sich völlig kugelig aus, schnüren sich ab und füllen so die Luftlücke zum Theil wieder mit lockerem kugeligem Zellengewebe aus.“ Hier ist somit eine erneute Regermination, welche sonst in der Samenknospe und den Blüthenreceptakeln, aus welchen die Blüthen durch Regermination hervorgehen, überhaupt und in dem Embryosack insbesondere im *späteren* Lebenszustande einkehrt, da auch der Embryosack einen Zellenentwicklungsprocess erlangt, so dass seine Höhle mit Zellgewebe (Endosperm) gefüllt wird. So folgt auch hier auf die innerliche Reife, welche sich durch Zerreissen und Verflüssigen des Zellgewebes zuerst kund gibt und wodurch die Isolirung des Embryosacks und die Lufthöhle im Equisetaceenschaftglied entsteht, die erneute Reproduktion im allgemeinen pistill- oder samenknospenartigen Lebensmoment nach.

Im Allgemeinen haben die kryptogamen Gefässpflanzen nur *simultane* Gefässbündel, welche bekanntlich in allen ihren Theilen *zugleich* angelegt, entwickelt und reif werden. Allein die Equisetaceen haben, weil in ihnen die Fortbildung des schwachen Axengebildes der Characeen zu vermehrter Produktion auf der Peripherie in der Richtung von innen nach aussen herrscht, auch die Zunahme in der Vegetationsweise der Axengebilde der Phanerogamen

und in deren Folge somit schon *succèdane* Gefässbündelchen. Darin erscheint bekanntlich die Entstehung, Bildung und Entwicklung der Gefässe in der Folge fortschreitend *von innen nach aussen*, von der Axe her gegen den Umfang zunehmend, so dass die innersten die ältesten und zuerst reifen, die äussersten die jüngsten sind, indem sich auch hierin der obige Gegensatz von *centraler Reife* und *peripherischer Regermination* oder *verjüngter Produktion* im Typus und Wesen der *Receptakelartigkeit* kund gibt. Daher erscheinen auch zu äusserst auf der Peripherie Bastbündel mit langgestreckten Zellen, wie ja der Stengel der Moose, der vorzugsweise der Aeusserlichkeit angehört, nur allein solche langgestreckte Zellen hat. Die innersten dem Mark und der Axe zunächst gelegenen Gefässe sind, wie gewöhnlich die dem Mark bei den Phanerogamen zunächst befindlichen, *Ringgefässe* (vasa annularia). Diese haben aber hier nur erst *sehr enge Ringe*, so dass sie darin den reifen Zellenreihen noch äusserlich fast gleichartig und nächst verwandt erscheinen, obwohl sie anderntheils dadurch auch innigere Bindung und Festigkeit haben, da zumalen die Ringe in nahen Zwischenräumen aufeinanderfolgen. Nächst diesen folgen *Spiralgefässe* (vasa spiralia), obwohl meist noch unvollständig, und hier und da noch poröse Gefässe. So stimmt nicht nur dieser Fortschritt der Entwicklung von innen nach aussen gegen den Umfang hin mit dem dargestellten Charakter und Wesen der Equisetaceen in ihrer Metamorphose aus den *Characeen* überein, sondern auch die Art der Gefässe. Denn, da sowohl die Ring- als Spiralgefässe vorzugsweise in *jungen* Pflanzentheilen vorkommen, so treten auch hier, wo *zuerst* im Gewächs-

reich wahre Gefässbündelchen gebildet werden, beide Formen auf. Darum erscheinen sie auch, wie so häufig im Gewächsreich wahrzunehmen ist, wo nämlich die Spiralgefässe aus einer Metamorphose der Ringgefässe hervorgehen, ja oft ein und dasselbe Gefäss anfangs und an seinem untern Theil Ringgefäss, am obern Spiralgefäss, also letzteres das jüngere spätere ist, in derselben Folge und in ähnlichem Fortschritt auseinander. Demgemäss gehören auch die Ringgefässe vorzugsweise der Reife und Erschöpfung an, so dass sie darum auch, weil bei den Axenorganen diese im Innersten vorherrscht, zu innerst sich befinden und zunächst am Mark liegen. Wie dagegen in den Spiralgefässen eine vermehrte innerliche Produktion und reichlicheres Material einkehrt, wovon auch die Spiralwindung herrührt, so liegen sie am Umfang, wo die Axengebilde ihre Zunahme in erneuter Ansetzung des Materials durch Bast u. s w. haben.

Aeusserlich erscheinen die Stengelglieder, und zwar vorzüglich die grünen, bald tiefer bald seichter gefurcht und haben dabei mit den Furchen abwechselnde Kanten. Diese liegen unmittelbar unter der Oberhaut, bestehen aus Bastbündeln oder langgestreckten dickwandigen Zellen von grünem Zellgewebe durchzogen und erscheinen auf dem Querschnitt halbkreisförmig. Ja Equisetum fluviatile hat statt dieser absatzweise in Leisten nach aussen zur Halbmondform vorgezogenen bündelweisen Stellung dieser Bastzellen einen zusammenhängenden Kranz von Bastzellen jedoch ohne das grüne Zellgewebe. Es beweist schon der so regelmässige innere Bau, die rege Hüllenbildung im Innern, die geregelte kreisförmige Stellung der innern Theile (Gefässe) so wie der äussern, der Zweiglein, Blattscheiden und

Zähne derselben, ja sogar die wirteligen Wurzelzasern die höhere *receptakel-* und *fruchtartige* Natur dieser Schaftglieder, deren Erscheinung und Bildung, wie in ihrem Wesen als Wurzelknollen klar ist, von der wurzelknollenartigen *Frucht der Characeen* ausgeht. Wie sie darum mit ihren Blattscheiden nach der obigen Darstellung in dem Typus der reifen entleerten Mooskapsel mit der Columella erscheinen, so ist diese Natur auch *äusserlich* ausgedrückt. Denn wie in den *reifen Früchten* des Gewächsreichs die innere Expansion in Bildung von Partikularhüllen der Frucht meist regelmässig abwechselnd erscheint, so dass da, wo sie innerlich am stärksten wirkt, auch die peripherische Reaction in Entgegensetzung vermehrter Produktion und Bindung um so thätiger ist, und auf solchen Stellen, was man so nennt, die Mittelrippen der Karpelle sich bilden, so entstehen auch diese Leisten als Vorsprünge durch das ungleiche Wirken der innern Hüllenbildung. Da dieser innerliche Entäusserungstrieb heftiger in dem gemeinen Axengebilde der Gewächse als in der Frucht selbst wirkt, indem in dieser denn doch die Bindung im Umfang gegen die Blattentwicklung aus jenem den Gehalt zum Embryozustand zurückhält, so wird man auch bei den Equisetaceen gewahr, dass diese Furchen hauptsächlich bei den grünenden Schäften sich finden, dagegen bei den fruchtbaren, bei denen die Innerlichkeit vorherrscht, wo sie erscheinen, nur sehr schwache Streifen sind. Daher haben auch die Schaftglieder *unter* dem Boden weder diese Kanten noch überhaupt Bastbündel, so wie sie auch diese innere Expansion im Entäusserungstrieb der reifen Frucht nur im Umfange haben und im Centrum solid sind. Bei ihnen findet sich keine centrale Lufthöhle, sondern

nur die peripherischen Kreise. Diese Gefässe sind ähnlich wie in den oberirdischen Schaftgliedern gestellt, aber viel kürzer. Das Centrum der Axe ist mit Mark ausgefüllt. Stellen wir uns daher vor, dass die Equisetaceenvegetation, wie es völlig naturgemäss erscheint, von der Grundlage der in höhere Reife und innerliche Regermination übergehenden *Characeenfrucht* ausgeht, so ergibt sich hieraus, dass die Wirkung der erneuten Reproduktion auch hier von aussen einkehrt und zuerst in den peripherischen Theilen sich äussert. Daher beginnt nicht nur die Hüllenbildung mit der Bildung der peripherischen Luftgänge und zwar nur erst schwach, während der centrale Raum noch seinen Gehalt hat, sondern da dieser Eingriff in das reife Fruchtgebilde der Characeen, welches dieser Metamorphose zu Grunde liegt, als eine Keimung und Entwicklung aus dem Zustand des reifen Fruchtinhaltes oder Markes erscheint, so tritt damit auch der Anfang der Gefässbildung auf. Wie ferner diese Frucht der Characeen blüthenreceptakelartig erscheint, so hat auch die Geschichte ihrer Vegetation und die Produktion aus ihr durch erneute Germination denselben Fortschritt, wie die Germination der Blüthen aus dem Receptakel. Wie die *peripherischen* Axen als Staubgefässe zuerst und das Pistill später erfolgt, so ist auch hier die Germination in Produktion der *peripherischen* Luftgänge mit ihren Gefässen in den unterirdischen Gliedern *zuerst*, während in den oberirdischen die centrale Germination in Bildung des centralen Luftganges *nachfolgt*. Wie die höhere Reife *zuletzt* ins Innerste eindringt, so folgt auch die Reaction gegen diese Reife durch Regermination und Bildung erneuter Gefässbündel gleichsam pistillartig nach.

Die Oberhaut ist meist sehr dick und fest. Sie hat, wo sie grünes Zellgewebe innen umkleidet, viele Spaltöffnungen. Diese fehlen in den unterirdischen Schaftgliedern, wie nicht minder auch bei den oberirdischen an den Stellen, wo die Bastbündel liegen. Der Schaft und die Oberfläche der Schafthalmglieder steht wie die meisten Früchte des Gewächsreichs in der Abgeschlossenheit der Walzenform und in der vorherrschenden Gebundenheit. Daher ist die Oberfläche ohne Auswüchse von Haaren und glatt. Doch kommen auch punktförmige papillenartige Erhabenheiten vor, wodurch sie rauh erscheint, wie z. B. Equisetum hiemale u. a.

Wie hier die peripherische Produktion über die centrale überwiegt, beweist insbesondere auch die Astbildung. Denn wie in dem allgemeinen Blüthenreceptakel die Hauptaxe in Expansion und Reife bis auf die Keimgrundlage untergeht, so dass sie in erneuter Erscheinung über demselben in Staubgefässen und Pistillen wiedererzeugt werden muss, so kann auf der nächsten Stufe *vorerst* die Fortsetzung der Vegetation in Wiederherstellung der Axen, wie sich in dem Staubgefässkranz zeigt, der *vor* dem Pistill erscheint, *nur* in peripherischer (noch nicht in centraler) Erscheinung fortgehen. Daraus erklärt sich die merkwürdige Erscheinung bei den Equisetaceen, dass eigentlich *keine centrale Hauptaxe* vorkommt, also dieselbe schon ursprünglich in peripherische Theilaxen, wie das aus dem Receptakel im Staubgefässkranz neu aufsprossende Androphorum in die Partikularaxen der Staubgefässe, zerfallen ist. Denn die ursprüngliche *primäre* Axe stirbt, da in der centralen Richtung der Pflanze die Entäusserung vorherrscht, wie schon ursprünglich reif erscheinend sehr bald

nach der Entstehung wieder ab, wie die Keimungsgeschichte aus dem Vorkeim nach den gründlichen Beobachtungen von Vaucher und Bischoff beweist, so dass sie gleichsam, wie ein *Blüthenreceptakel* die Keimgrundlage zum Aufsprossen des Staubgefässkranzes abgibt, nur so lang lebt, bis das Material durch Seitenknospen in die Seitentriebe aufgegangen ist, wie besonders deutlich bei Equisetum arvense wahrzunehmen ist. Die ähnliche Erscheinung wiederholt sich in der Spindel der Fruchtähre, die mit den Basen der gegen sie überwiegenden Sporokarpien fest zusammenhängt, da das proliferirende Aufsprossen der Schaftglieder auseinander auf dieser Höhe im Uebermaas der Reife erschöpft ist. Indem daher die Seitenäste oder Seitenaxen wagrecht von ihrem Ursprung an unter der Bodenfläche fortwachsen und auseinanderziehen, sich von einander in dehnendem Wachsthum entfernend, ohne sich über den Boden zu erheben, da vielmehr die sich erhebenden Zweige aus Seitenknospen *dieser* horizontalen Axen entstehen, so bilden sie mit einander unter dem Boden zusammenhängend einen gemeinsamen wagrechten unterirdischen Stock (Rhizoma oder caudex hypogaeus) ähnlich wie wir in den Hymenophylleen u. s. w. bei den Filicinen nachweisen werden. Da nun dieses keine eigentliche primäre Haupt- oder Centralaxe ist, so erhellt daraus die Erscheinung, dass die Schäfte, wie im Allgemeinen die Axen über dem Receptakel, insbesondere die Staubgefässe und Karpelle, nur Partikularaxen ohne wirklich erscheinende Haupt- und Centralaxe sind und dadurch ein Ganzes (wie im Staubgefässkranz oder Karpellverein als Pistill) vorstellen, in so ferne sie die Gegenbeziehung zur Gesammtheit an einer imaginären untergegangenen centralen

Hauptaxe haben. Da dieser Charakter dem Blüthenwesen überhaupt zukommt und die Herrschaft desselben sich bald mehr (wie auf der Stufe unserer Ordnung) bald weniger auf die niedere Axenvegetation erstreckt, so kommt diese Erscheinung auch *nicht bei den Equisetaceen allein,* sondern auch noch sonst im Gewächsreich, wie z. B. bei Filicinen (Pteris aquilina) bei Gräsern (Carex arenaria) u. s. w. vor. Zur Analogie mit einer speciellen organischen Erscheinung möchte diese Vegetationsweise passend mit dem *Embryo*, ja selbst mit der *Proëmbryenerscheinung* verglichen werden, da auch hier bei der Germination die ursprüngliche primäre axenartige Grundlage (wie z. B. das thallusartige Proëmbryengebilde) verschwindet, indem die wahren Stengelchen und Pflänzchen aus den Knospenansätzen des Embryo und Proëmbryo hervorgehen, also secundäre Erscheinungen oder eigentlich Zweige der verschwundenen Hauptaxe sind.

Da die *Reife* in der Axenerscheinung auf dieser Stufe so gross ist, dass die Hauptaxe schon im Anfang und im Entstehen durch das Uebermaas der Reife untergeht und die Pflanze nur in den peripherisch aus Seitenknospen erneut entstehenden, wie das Thalluswesen, in wagrechter Richtung fortziehenden Rhizomen leben kann, so muss sich diese Natur der *Reife* auch in diesen *Seitenästen*, obwohl darum, weil sie verjüngt erzeugte Axen sind, in minderem Grade als in der untergehenden Hauptaxe kund geben. Wie sie als *Axen über der Receptakelerscheinung* auftreten, so herrscht in ihnen nicht nur die höhere Reife, sondern das Streben zur Innerlichkeit in Verbergung und Erhaltung. Die aus diesen Axen über dem Boden erzeugten Schäfte haben

Zweige, die von der *Peripherie des Schaftgliedes* (nicht also von einem innerlich centralen Stengelkern als gemeinsamer Axe durch innerliche Germination wie axillare Knospen und Zweige der höhern Gewächse) extraaxillär ausgehen, wie die *Staubgefässe* auf dem Receptakel von der innern *Peripherie* desselben. Anderntheils gehen sie wie die *Staubgefässe* in simultaner Produktion und wirteliger Stellung (Astquirle) hervor, aus denen hier und da sogar wieder Aestchenquirle auswachsen. Sehr selten ist eine zerstreute Stellung wie z. B. bei E. hiemale.

Darum treten denn auch, wie unten näher auseinandergesetzt werden wird, die Schäfte oder Zweige der Equisetaceen als Gebilde über der Receptakelerscheinung in die Differenz, die man in den Axengebilden über dem Receptakel wie namentlich im Gegensatze der Erscheinung von Staubgefässen und Pistillen wahrnimmt. Denn wie in diesen Axen, obwohl in beiden Theilen die höhere Reife eingekehrt ist, dennoch im zuerst entstehenden Theile, in den Staubgefässen, die eigentliche Reife in Erschöpfung der Produktion, in Zersetzung und Entäusserung, dagegen im später heranwachsenden Organ, in dem Pistill, die der höhern Reife nachfolgende Uebereife, Regermination und erneute vermehrte Produktion vorherrscht, so theilen sich durch Wirkung der höhern Reife auch im Allgemeinen die Zweige der Equisetaceen in diese Zustände von *Reife* im Sinne der Staubgefässe, in den sogenannten *fruchtbaren Schäften*, und von *Regermination* im vermehrten Wachsthum und Grünen im Sinne der Pistille, in den *unfruchtbaren Schäften*, die *darum* fast ähnlich wie die *Pistille* und *Eilein* in Narbe

und Eimund *offen* sind, *Spaltöffnungen* haben. Doch kommen auch beide Zustände bei einigen Arten auf demselben Schaft vor, obwohl dann gegen die Spitze, wo die Fruchtbildung erscheint, das Grünen erschöpft ist.

Da die *Zweige* der Equisetaceen im Zustand der Reife stehen, so haben sie auch schnelle Entwicklung, indem sie, zumalen jene, welche die Astquirle über dem Boden ausmachen wie überhaupt die *Axen über dem Receptakel*, z. B. die Staubgefässe, nicht aus ruhenden Knospen hervorgehen, sondern *Knospenansatz und Entwicklung zugleich* ist. Hier wird überhaupt die Grundlage zu dem Reifezustand der Seitenaxen in den nächsten Kreisen gelegt, wodurch sich vor Allem die Wedel der Filicinen auszeichnen. Denn da diese wie aus der unten dargestellten Metamorphose hervorgehen wird, ursprünglich Zweige sind, so herrscht in ihnen die erwähnte zweifache Reife in Expansion und Zertheilung des peripherischen Theiles zur Fiederschnittigkeit, so wie in vermehrter Produktion am centralen Theil oder Stiel mit der Hauptaxe und Mittelrippe.

Bei dieser so grossen Reife in den Seitenaxen tritt auch in ihnen wie hier in der Hauptaxe auf den verschiedenen Stufen sehr bald der Untergang ein, wie im Kreise der folgenden Familien erhellen wird. Darum ist aber die Wiederherstellung durch erneute Germination auf dieser Stufe zugleich damit verbunden, weil wir im Kreise der Fortpflanzungsgeschichte stehen. Dabei findet aber ein merkwürdiges Verhältniss von Untergang und Wiederherstellung in der Gegenbeziehung der *Seitenaxen* und der *centralen Hauptaxe* statt. Diese Erscheinungen treten nämlich in demselben Gegensatze,

Verhältnisse und Wechsel auf, wie in den Blüthen, in deren Vorbild sie sich zeigen. Wie nämlich im Blüthenreceptakel durch die innerliche centrale Reife und Entäusserung der centrale Theil der Axe leidet, so gehen zwar darin sowohl die Hauptaxe als die Seitenaxen in Reife unter und müssen in *erneuter Germination* hergestellt werden Allein wie in diesem Vorgang die Keimfülle im Receptakel auf der Peripherie zuerst überwiegt, während der centrale Theil in grösserer Erschöpfung steht, so stellt sich auch über dem Receptakel der peripherische Theil der Axen (Staubgefässe) in Regermination schneller wieder her als der spätere centrale Theil (Pistill) aus der mehr erschöpften Grundlage des Centrums sich entwickeln kann. Daher wird auch das Axengebilde der Characeen durch *peripherische Axen*, was die Samenknospen überhaupt in Bezug auf die Hauptaxe des Pistills sind, wieder hergestellt. Die Entwicklung des centralen Axengebildes (Pistill) kann in voller Kraft erst einkehren, wenn die peripherischen Axen (Staubgefässe) schon wieder in Reife untergehen. So erlangt ein Theil im Wechsel durch den Untergang des andern grössere Kraft. Daher sind auch beide in ihrem Lebensfortschritt nie ganz gleich, indem die Staubgefässe untergehen, wenn das Pistill in jugendlichem Wachsthume steht. So kommt in der Geschichte der Axenentwicklung im Kreise *dieser* Ordnung ein ähnlicher Wechsel in Wiederherstellung und Ausbildung der Haupt- und Seitenaxen vor, wie vorzüglich die Isoeteen beweisen werden, da die centrale Axe in erneuter Germination steht, während in den peripherischen die Reife herrscht. Denn wie im Uebergang dieser aus den Rhizokarpen ersichtlich ist, scheint ein Theil durch die Reife und

den Untergang des andern neue Nahrung und Stärke zu erhalten. So nehmen darum auch bei den Equisetaceen mit dem Untergange der *primären* Hauptaxe die Seitenaxen in reichlicher Erscheinung zu, da das Material, anstatt in die Hauptaxe zu gehen, für sie verwendet wird. Wie daher von der Erscheinung des Receptakels aus ein Fortschritt im Wechsel von Unter- und Wiederaufgang der centralen und peripherischen Axen (Blüthen) eintritt, worin zugleich ein Uebergang aus dem *niedern* gemeinen Axengebilde (Receptakel) in Folge von *Aeusserlichkeit* und *Reife* in den Wiederaufgang der *innerlichen höhern* Axengebilde, der Blüthen und Samenknospen, einkehrt, so gelangt auch die von dem Moosreceptakel ausgehende Lebensgeschichte der niedern und höhern, der centralen und peripherischen Axen zu ähnlichem Resultat, worin auch die Samenknospen der Rhizokarpen enstehen.

Da die Entäusserung und Reife, welche bis in das Innerste eingedrungen ist, die Entwicklung in vermehrter Produktion bei den Lycopodiaceen so sehr steigerte, dass die Vegetation dadurch ins Gegentheil, in eben so grosse Schwäche der Produktion, ja an den Rand des Unterganges geräth, so muss sie den Gehalt nicht nur durch erneute Ernährung und äussere Germination in vermehrter *Bewurzelung*, wie schon bei den Lycopodiaceen, noch mehr aber in den Characeen und in unserer ganzen sechsten Ordnung überhaupt geschieht, wieder ersetzen, sondern die Erhaltung desselben gegen die innerliche Verzehrung, Zersetzung und Aushöhlung vermittelst der Reaction peripherischer Bindung und Einhüllung sichern. Daher gehört zur Förderung

dieses Lebenszustandes ausser dem üppigsten *Wurzelwesen*, welches in dieser ganzen Ordnung wie schon in den Characeen noch mehr aber in den Rhizokarpen, den Isoeteen und Ophioglosseen ausgezeichnet hervortritt, auch die *Verbergung* im Irdischen, wie sowohl der Aufenthalt der Characeen, Rhizokarpen, Isoeteen im Wasser als das Vergraben des wagrecht laufenden unterirdischen Stockes der Equisetaceen beweist, da dieser Zustand ein äusseres Gegengewicht gegen die innerliche Oxydation und Verzehrung des Sonnenbrandes bereitet. Aus diesem Grunde haben auch die Schaftglieder unter dem Boden einen dem Entäusserungszustande in innerlicher Aushöhlung der Schaftglieder über dem Boden entgegengesetzten Zustand der Innerlichkeit. In ihnen ist daher keine centrale Lufthöhle vorhanden, sondern nur die peripherischen Kreise der kleinern Luftcanäle, so dass der centrale Theil dieses Axengebildes mit Mark ausgefüllt ist. Ja einzelne Glieder des unterirdischen Stockes ziehen sich kugelig zu einzelnen fleischigen Knollen zusammen. Diese enthalten ein dichteres Zellgewebe, jedoch nur sehr kurze kleine Gefässbündel. Da sie kein Blattwesen haben, sondern auf der Spitze nur kleine Krönchen, so sehen sie auch äusserlich den *Characeensamen* sehr ähnlich wie sie durch innern Gehalt ihren Ursprung aus jener Erscheinung verrathen. Die äussern Rindenzellen aller unterirdischen Stengelglieder sind dickwandiger und von derberer Consistenz als bei den oberirdischen. Ihr Wesen ist daher noch mehr mit der Consistenz von Fruchthüllen verwandt.

Die einzelnen unterirdischen Glieder treiben aus ihrer Basis, ähnlich wie bei den Characeen, viele

gleich den oberirdischen Aestchen quirlig stehende mitunter sehr starke Wurzelzasern in den Gelenken hervor.

Durch die Anhäufung von innerlichem Gehalt werden einzelne unterirdische Schaftglieder wie z. B. bei Equisetum arvense, E. sylvaticum u. a. zu wahren Wurzelknollen (tubera). Diese sind oft zu mehreren proliferirend in einer Reihe, wovon der oberste einknospig ist. Er trägt auf der Spitze wie jeder der andern ein Krönchen von Zähnchen, so dass ihre Reihe wie eine Prolification des Characeensamens erscheint, der ja gleichfalls wurzelknollenartig ist, wie die Keimung beweist. Oft wachsen diese Knollen schon am Stock zu Stocksprossen (soboles) aus, während sie in andern Fällen auch nach ihrer Ablösung von der Mutterpflanze aus sich proliferirende Triebe hervorbringen und zu neuen jungen Pflanzen auswachsen. Im letztern Falle sind sie kaum von den hier auch vorkommenden Stockknospen (turiones), welche sich ebenfalls in Stocksprossen entwickeln, zu unterscheiden.

Wie wir von den Axengebilden der Equisetaceen bewiesen haben, dass sie den Stempel der höhern Vegetation über dem Receptakel in sich tragen, ja dass die Glieder als Prolification von reifen durch Regermination aufgebrochenen und entleerten neu sprossenden Moosfrüchten, also im Typus von *Blüthenreceptakeln* oder auch von Gipfelknospen erscheinen, so enthält auch das *Blattwesen* der Equisetaceen denselben Charakter, also vor Allem die Natur des Zustandes der im Receptakel herrschenden *Reife*. Dieses Lebensmoment gibt sich im Allgemeinen schon kund in der starren rohen Bildung, in der Dürre und Trockenheit des Gewebes, in der bleichen Farbe,

die nie das Grün des wahren Blattparenchyms zeigt und in der Erschöpfung der oft wie abgestorbenen brandigen Spitze, ja in Schwäche des webenden Wachsthums überhaupt, so dass die sogen. *Blätter* nur als kleine das Axengebilde im Umfang eines jeden Schaftgliedes umfassende Scheidchen erscheinen. Denn obwohl diese sogen. *Blattscheiden* der Equisetaceen wie die Papillen der Characeen eine auf den Untergang des Blattwesens der Moose und Lycopodiaceen wiederaufgehende erneut wiederhergestellte Blattproduktion sind, so stehen sie dennoch wie das in gleichem Lebensmoment erscheinende Blattwesen der Phanerogamen *über* dem Blüthenreceptakel, dergleichen die *Perigonien* und *Blumenkronen* sind, schon vom Ursprung her im rudimentären Zustande der *Reife* und *Erschöpfung*. Unverkennbar ist darum auch in diesem Zustande die Verwandtschaft dieser Blattscheide mit dem Kranz der in Reife erscheinenden *Zähne* der *Mooskapsel*. Durch den Verein der quirlig gestellten scheinbar verwachsenen Blättchen erscheint sie cylindrisch wie das Schaftglied und hat einen durch die hervorstehenden freien Spitzen der Blättchen gezähnelten Rand, dessen Zähnchen oder Spitzen den Zähnen des Mündungsbesatzes der Moosbüchse entsprechen. Beide Gebilde haben daher auch wie das Blattwesen der höhern Vegetation über dem Blüthenreceptakel die Erscheinung in dem Wesen eines Ganzen, das aus der Einheit in innigster Gegenbeziehung, Simultaneität, Geselligkeit und Gemeinschaft seiner Theile hervorging. Wie die Zähne die Blattrudimente einer Gipfelknospe vorstellen, so steht die Blattscheide schon in Annäherung zum Charakter einer *monopetalen* Blüthenhülle (*Androphorum*), demgemäss sie innigste Ge-

meinschaft im Zusammenhang und in der Verbindung der *Blättchen* hat, aus denen sie wie zusammengesetzt erscheint und in die sie sich in folgenden Gradationen zur Bildung des sog. *Blattcyclus* scheidet und entwickelt, wie die *Mooskapsel* sich zur *Aehre* mit den *Kapselchen (Karpellchen)* der *Lycopodiaceen* erhoben hat. Diesem obigen Charakter gemäss geht die *Blattscheide* auch wie die *Mooskapsel* in den *Lycopodiaceenkapselchen* aus der *Einheit* eines Ganzen zur Vielheit und hat zur Grundlage (wie jene) das Axengebilde oder Stengelglied als receptakelartiges Gebilde wie die Blumenkronen, Perigonien und Kelche der Kotyledoneen aus dem ganzen Umfang des Blüthenreceptakels aufsprossen. Sie steht in Simultaneität ihrer Theile wie diese höhern Gebilde. Ja sie hat wie diese, wie z B. insbesondere der Kelch und viele Perigonien, welche nur Fortsetzung des aufsprossenden Materials der Peripherie des Blüthenreceptakels sind, mit dem Umfang des Schaftgliedes oder Blüthenreceptakels ganz gleichen Bau, während sonst die gemeinen Blätter nur *Partikularsprossen* aus Theilen des Axengebildes sind. Darum liegt der Blattscheide auch ein Gefässbündelkreis zu Grunde, der als eine Verzweigung von dem auf der Spitze des Schaftgliedes verengten Kreise ausgeht, so dass jedes der Blättchen dieser Scheide ein Gefässbündelchen und auf der äussern Fläche wie die Kanten des Schaftes ein Bastbündel hat, zwischen welchen sich eine Luftlücke bildet. Ja es erscheint in dieser Wesenheit die Blattscheide wie eine in Reife aufgebrochene äussere Schichte des Stengelgliedes, so dass jedes Blättchen mit seinem Gefäss- und Bastbündel und seinem Luftgang einer der erhabenen Leisten des Stengel-

gliedes entspricht oder vielmehr eine Ramification und Verlängerung davon ist. Darum legen sich auch die Spitzen der Blattscheide in die Furchen des folgenden Stengelgliedes, indem schon eine Drehung im Fortschritt des Wachsthums wie überhaupt im Gewächsreich zwischen den Cyclen der Kelchblätter, Petalen, Staubgefässe und Karpelle im Alterniren der Theile herrscht. Auch ist die Oberhaut der Blätter an ihrer Mitte wie bei den Stengelgliedern sehr fest und dick. Ueberdiess haben die Zellen der Oberhaut auf der Oberfläche oft warzenförmige fast papillenartige Verdickungen. Auch kommen Spaltöffnungen wie bei den grünen Schafthalmen auf den Blattscheiden vor, welche reihenweise fast ähnlich wie Samenknospen gestellt erscheinen.

Eine merkwürdige Folge der in den Blattscheiden aus Herrschaft der Reife eingetretenen Abnahme der Vegetationskraft im Zurücksinken zu mineralischer Erstarrung zeigt sich darin, dass in den Zellenwandungen der Oberhaut, vorzüglich aber in den warzenförmig verdickten Theilen derselben sich sehr viel *Kieselerde* ablagert, welche sich in blättchenartiger Grundgestalt ansetzt. Wie das wahre Blattwesen mit seinem webenden Wachsthum und Expansivtrieb mit Grünen und Parenchymentwicklung noch nicht in voller Erscheinung hier durchdringen kann, so haben diese Blattscheiden auch *keine wahre Blattfunction,* welche vielmehr von den grünenden Zweigen besorgt wird Auch fehlt diesen Blattscheiden darum noch die dem *gemeinen* Blattwesen eigene *horizontale* Ausbreitung in Hingebung an die äussere Abhängigkeit und die Auseinanderziehung und Vereinzelung der Blättchen, wozu erst in den folgenden Rhizokarpen der Anfang gemacht wird. Die

Scheiden stehen aufrecht wie sog. verwachsenblättrige *Blüthenhüllen.* Da sie den erschöpften Gehalt vielmehr durch ihren Verbindungs- und Verhüllungstrieb zurückhalten als in freier Hingebung an die Entäusserung und Entwicklung hinauslassen, so sind sie mehr einer Knospenhülle als wahren Knospenblättchen, die schon üppig schwellendes Wachsthum zeigen, verwandt. Da sie noch mehr dem einhüllenden peripherischen Theile des Axengebildes und dem Knospenhüllenwesen, als dem wahren Grünen, angehören, so stehen sie auch noch in vorherrschender Abhängigkeit vom Axengebilde und in unmittelbarer Verbindung mit demselben stengelumfassend, so dass sie noch nicht ihre Erhebung zur Selbstständigkeit und zum Gegensatze gegen den Schaft erlangt haben.

Da die Basis der Blattscheiden noch mehr dem Schaft als dem wahren Blattwesen angehört, so wird dieselbe auch von *Zweigknospen* durchbrochen, weil sich diese in dem hier noch herrschenden Zustande der *Reife und Aeusserlichkeit noch nicht als innerliche Axillarknospen* ansetzen können, wie alle Axen über dem Receptakel, wozu auch diese gehören, nicht aus solchen Knospen entstehen, wovon schon oben gehandelt wurde. Daraus ist diese Erscheinung leicht verständlich und deren Erklärung keineswegs so schwierig, als sie von Bischoff (s. Lehrb. d. Bot. I. S. 142) ausgegeben wird, da derselbe schreibt: „während bei allen übrigen beblätterten Stammformen die Aeste nie tiefer als die Basis ihres Mutterblattes entspringen, sehen wir bei den *Schafthalmen* alle Aeste unter dem Grunde der gezähnten Scheiden des Stengels hervorkommen und da man diese Scheiden für nichts anders als zusammengewachsene blattar-

tige Gebilde halten kann, so steht diese Erscheinung bis jetzt einzig in dem Pflanzenreiche da und eine genügende Erklärung darüber zu geben, gehört zu den schwierigern Aufgaben und kann hier wenigstens noch nicht versucht werden.“ Doch wie wir im Allgemeinen schon bewiesen haben, dass dem Grundcharakter dieser ersten in Herrschaft des *Wurzelwesens* metamorphosirten Klasse gemäss die *Aeusserlichkeit* und der *reife Zustand* der Erscheinungen vorherrschen muss, und wie wir insbesondere von der Erscheinung des *Pistills* in *diesen* Kreisen der sechsten Ordnung dieser Klasse und zwar namentlich bei den Lycopodiaceen ausgeführt haben, dass es auf dieser Stufe noch *keine wahrhaft innerliche* Produktion wie bei den Kotyledoneen erlangen könne, also noch keine *innerlichen* Samen, sondern nur Sporenbehälter hervorbringt, eben so herrscht auch bei dem *gemeinen Axengebilde*, wie schon die Characeen belehrten und gleichfalls die Knospen und Zweige der *Rhizokarpen* beweisen werden, auf dieser Stufe die *äusserliche oberflächliche*, mehr einer einfachen Ramification entsprechende Produktion, also hier die extraaxillare Zweigbildung vor, da die axillare *mehr innerliche* eben so wenig hier als bei den vorausgehenden Characeen und den folgenden Rhizokarpen einkehren kann. Bei diesem Zustande der Reife und Aeusserlichkeit können sich darum auch die Knospen der Zweige *nicht* im *ruhenden* Knospenzustand wie die *wahren Axillarknospen* ansetzen, sondern da sie gleichsam nur ein Aufbruch der Oberfläche sind, so wachsen sie bei ihrer Ansetzung unmittelbar wegen ihres Reifeübermaases zu Zweigen aus, so wie die äusserlich erscheinenden Samenknospen dieser Klasse auch nicht

in diesem Zustande beharren, sondern unmittelbar bei ihrem Ansetzen zur Bildung der Sporenbehälter auswachsen. Denn wie die niedern Gebilde und Schaftglieder der Equisetaceen ursprünglich im Lebensprincip der höhern Vegetation erscheinen und vom Fruchtwesen stammen, so enthalten sie auch in ihrer Vegetationsweise noch die Spuren des Charakters und der Erscheinungsweise ihrer höhern Grundlage. Da nämlich diesem gemäss das Schaftglied als Blüthenreceptakel auf seinem Umfange ein Perigon mit Staubgefässen (Androphorum) hervorbringen sollte, so wie es in der Prolification des folgenden Schaftgliedes aus der centralen Spitze eine Pistillarproduktion zeigt, so erscheint die Produktion des Perigons *wirklich* bei jedem Schaftglied in dem Hervortreten der Blattscheide, die wir oben mit einem Perigon oder einer Korolle verglichen haben. Allein in jenen Fällen, bei denen die Vegetation die Kraft hat, ausser dem Perigon (Blattscheide) aus dem Blüthenreceptakel (Schaftglied) auch die Staubgefässaxen zu produciren, welche wie meist im Gewächsreich mit den Perigons- oder Korollenblättern alterniren, da ist denn doch die Keimfülle bei den gemeinen Schaftgliedern noch so reichlich vorhanden, dass diese Staubgefässproduktion hier noch in die Produktion von gemeinen *lateralen* Axenorganen zurücksinkt. Daher haben aber auch diese lateralen Axen oder Zweiglein wie die Staubgefässe überhaupt eine vorzugsweise peripherische Erscheinung, die *nicht axillär* ist, so wie die Staubgefässe *nicht* aus den *Axillen* der Petalen hervorgehen, sondern vielmehr mit diesen durch Drehung im Allgemeinen (wie z. B. bei den Umbelliferen) *alterniren.* Darum kommen die quirligen Zweiglein *zwischen* den Blättern der Blatt-

scheide, *neben* und *unter* deren Axillen hervor (extra- und infraaxillär), wo sie auch ihren eigentlichen Ursprung haben. Derselbe Grund oder doch ein ähnlicher verwandter möchte wohl auch die *ausserwinkelständige* Erscheinung des *Blüthenstandes* der *Solaneen* bestimmen, was jedoch im Zusammenhang der Lebensgeschichte dieser Familie mit verwandten Kreisen auszumitteln und zu beweisen ist. Wir können darum keineswegs den Erklärungen dieses Phänomens durch *äussere mechanische* Einwirkungen beipflichten, dergleichen manche Botaniker, die ihren Beruf, an der Aufgabe der höhern Botanik Theil zu nehmen und über das Leben mitzusprechen, missbrauchen, erdichtet haben.

In diesem Falle befindet sich hinsichtlich der obigen Erscheinung Roeper, indem er schreibt (s. dess. Zur Flora Mecklenburgs. S. 144): „Dass die Zweige ihre Scheiden durchbrechen und obendrein nicht aus den Blattwinkeln, sondern zwischen der Einfügung von je zwei Blättern hervorkommen, hat seinen Grund in dem Baue und der Gestalt der Scheiden. Letztere sind derb und liegen dem Stengel dicht an; der Zweig würde sich gar nicht entwickeln können, er würde ähnlich den Zweigknospen vieler Gräser, nicht allein platt, sondern sogar todt gedrückt werden. Er muss folglich seine Hülle zerreissen und thut dieses da, wo sie am dünnsten ist, wo die Blattrippen, durch ihre Kieselkruste obendrein noch gepanzert, ihm nicht im Wege stehen.“ Wenn diese Erklärung richtig wäre, nach welcher eine gewaltsame Verdrängung der Zweige durch mechanischen Widerstand der Blattrippen aus den Axillen präsumirt ist, so müssten sich denn doch auch noch Spuren des eigentlichen Ursprungs der Zweige aus den Blatt-

winkeln zeigen, was nirgends gefunden wird. Zwar fügt der Verfasser bei: „Aehnliches kommt bei Gräsern und andern Monocotyledonen wie auch bei Dicotyledonen vor.“ Allein die specielle Nachweisung darüber in der wirklichen Natur bleibt er und fast scheint es für immer schuldig.

Die dem Blattwesen zukommende volle Eigenthümlichkeit und zweiseitige Polarisation erlangt es in dieser Ordnung erst bei den Rhizokarpen, wo die Blätter wie z. B. in Marsilea ihr eigenes Sprossen und Erheben auf eigenthümlicher Axe oder dem Blattstiel haben. In den Rhizokarpen kommen die Axen (Stiele) des Blattwesens, ähnlich wie in den freien Petalen mit Nägeln oder in den Filamenten der Staubgefässe, einestheils nur schwach vor, anderntheils verschwinden sie wieder sehr bald in Entäusserung und Expansion, worin die Stiele untergehen. Bei den Equisetaceen aber sind sie in der Blattscheide beim Uebermaas der Reife wie in monopetalischen Korollen schon ursprünglich expandirt. Da das Sprossen der über dem Receptakel zunächst entstehenden Axen bei der hohen Erschöpfung der Spitze nur sehr schwach ist, so kann eben so wenig, als in den Petalen und Staubgefässen der Phanerogamen oder als in den zusammengesetzten Blättern von Marsilea eine Erhebung zum Aufsprossen aus dem quirligen Stand der Blättchen oder Antherenfächer zur Auseinanderstellung in fiederschnittiger Form einkehrt, in den Blattscheiden der Equisetaceen eine Erhebung auf Stielen oder ein Auseinanderrücken der Blätter durch Sprossen stattfinden. Wie das Staubgefäss mit vier quirligen Antherenvalveln, so erscheint der Blattstiel von Marsilea quadrifolia mit vier wirteligen Blättchen auf

seiner Spitze. Da aber auf den folgenden Gradationen von den Isoëteen aus in den Ophioglosseen u. s. w. in Folge reichlicherer Ernährung und vermehrten Materials der Seitenaxen auch erneutes Sprossen in neuen Gipfeltrieben wiederkehrt, so tritt erst damit die vermehrte Blattproduktion und Erhebung im Typus des Fiederschnittigen ein, ganz ähnlich wie oft aus der erschöpften Staubgefässaxe (Filament nebst Connectiv) das Karpell mit grösserer materieller Masse und reichlicherer Produktion und Erhebung seiner im Typus des fiederschnittigen Blattes zweireihigen Samenknospen durch Umwandlung hervorgeht.

Wie auf dem Uebergang in diese Ordnung und in ihr selbst die *Reife und Erschöpfung* auf den *Spitzen* der Gebilde durch die Herrschaft des Lebensprincips der Receptakelerscheinung mit dessen Entäusserungstrieb einkehrt, beweisen auch die freien Spitzen der Blattscheiden der Equisetaceen. Diese *Zähne der Blattscheide* haben einestheils nicht mehr das in dehnendem Wachsthum und in sanfter Biegung zur Wellenlinie fortschreitende Gewebe wie die jugendlichen Blättchen vieler Moose, sondern haben vielmehr die wie schroffabgeschnittene erstarrt erscheinende Begrenzung im Geradlinigen und Eckigen, so dass sie in ihrer Totalform einem kleinen gleichschenkligen Dreiecke gleichen. Dennoch schreitet die Blattscheide, da sie aus einer neu vermehrten Produktion und reichlichern Keimfülle, als das *Peristom* der Moosbüchse hat, hervorgeht, in ihrer Totalerscheinung meist in das Unbestimmte, Ungeregelte in der *Zahl* der Theile der Composition fort. Sie steht daher nicht mehr wie jenes im Charakter des Antherenwesens, worin die Produktion bei der

Erschöpfung der Keimfülle oft auf den letzten Keimgrund und den äussersten Entwicklungssatz zurückgekommen ist, so dass im Vorbilde des Tetrasporischen die *Vierzahl* der Zähne und das Mehr- und Vielfache von Vier erschien, obwohl schon in den Zähnen von jenem dieses Zahlengesetz nicht überall constant festgehalten werden konnte. Anderntheils sind diese Zähne der Scheide durch den noch mehr als in der Scheide selbst gesteigerten Reifegrad ausgezeichnet. Dies ist zwar schon eine allgemeine Eigenschaft des petaloidischen Blattwesens über dem Receptakel. Den nähern Grund könnte man aber auch von folgendem Verhältnisse der Entstehung und Metamorphose dieses Blattwesens aus dem der Reife angehörigen Gebilde oder der Mooskapsel herleiten. Wie nämlich die Spitzen der Blätter und Blättchen überhaupt im Gewächsreich *zuerst* hervorgeschoben werden und auch hier die Spitzen der Blattscheiden in den Zähnen des Mündungsbesatzes der Moosbüchse schon vorausgehen, denen die Produktion der wahren Blattscheide nachfolgt, so sind auch diese Spitzen früher reif, erschöpft und verschrumpft als die übrige Blattmasse der Basis. So haben also auch diese Blattscheiden einen ähnlichen Reifegrad auf den Spitzen ihrer Blättchen wie die Sporokarpien von Equisetum in dem expandirten Schildchen. Nicht nur sind die Zähne der Blattscheide meist dürrer, trockener und damit hautartig, sondern auch in ihren Farben vorherrschender Reife von der eigentlichen Scheide verschieden, da sie bald bleicher sind als diese, bald brandig schwarz wie versengt oder rostbraun u. dgl. Ja hier und da fallen sie sogar in Reife von der Blattscheide sich trennend ab wie z. B. bei Equisetum

hiemale, so dass sie dadurch noch mehr der Reife von Antheren nahen.

Obgleich, wie im Gewächsreich überhaupt, die Fälle auch hier gewöhnlich sind, dass sich der Schaft von der Basis her in *unfruchtbare* Aeste verzweigt, in grünendem Wachsthum zunimmt und einen dauerhaften Bestand hat, so dass er erst auf seiner Spitze zur Verstäubung und Fruchtbildung übergeht, wie z. B. bei Equisetum palustre, E. hiemale u. s. w. geschieht, so gibt es doch, wie wir schon oben erwähnten, bei den Equiseteen auch Arten, worin die ganz *umgekehrte* Erscheinung Statt findet, so dass die *fruchtbaren* Schäfte *zuerst* und *früher* als die *unfruchtbaren* erscheinen, viel kleiner, dünner, bleicher, kürzer, zärter sind als die *unfruchtbaren* dickeren, voller genährten, üppig grünenden und wachsenden, welche nicht nur erst erscheinen während jene defloriren und absterben, sondern auch unterhalb jener der Basis der Pflanze näher hervorbrechen. Auch haben jene entweder gar keine Aestchen und sind ganz einfach wie z. B. bei E. arvense und sehr oft auch bei E. limosum und andern Arten oder sie entwickeln solche doch erst *nach der Fruchtreife* wie z. B. bei E. pratense, E. sylvaticum. Hauptsächlich bei E. arvense kommen die unfruchtbaren Schäfte erst, nachdem die fruchtbaren nur sehr kurze Zeit dauernden völlig verwelkt sind, hervor.

Diese Erscheinung scheint dem Allgemeinen zu widersprechen, da sonst fast ohne Ausnahme bei den *Palmen* und den *Bäumen* überhaupt die *zuerst* erscheinenden untersten niedersten Zweige wie zumal bei *kräutigen* Gewächsen *unfruchtbar* und die *später* gegen die Spitze des Axengebildes hervorbrechenden fruchtbar sind. Doch ist mit der allgemeinen Erscheinungsweise der

frucht- und unfruchtbaren Zweige diese Vegetationsweise der Equisetaceen in so fern im Einklang, als hier die Hauptaxe durch die Reife schon im Anfange untergeht und somit darum die Vegetation mit der *höchsten Reife* also mit der Vegetation des *Gipfels* der Pflanze, mit der *Fructification*, beginnt, was darum auch bei den folgenden *Rhizokarpen*, bei welchen die *Fruchtzweige an den Wurzeln* der Pflanzen vorkommen, wahrgenommen wird. So werden die *ersten* aus der untergehenden Hauptaxe entspringenden Seitenaxen die *obersten* oder *Gipfeltriebe*, die somit als Zweige im Reifezustand die Inflorescenz oder fruchtbaren Schäfte darstellen. Da die gewöhnliche Vegetationsfolge hier *umgekehrt* ist und die Pflanze mit der receptakelartig reifen Spitze beginnt, so erscheint sie damit im *allgemeinen Lebensprincip dieser Ordnung* der Gonatopteriden, deren Vegetation mit *dem Reifezustand des Verstäubungsmomentes beginnt* und in die Regermination und erneute *pistillartige* Reproduktion fortschreitet, wie wir schon bei den Moosen und Lycopodiaceen erörtert haben. Da aber auf die höchste Reife, welche im Allgemeinen bei der Pflanze im *Blüthenreceptakel* und der *Verstäubung* einkehrt, die erneute verjüngte Produktion im Pistill nachfolgt, so beweist dies hier, dass auch diese Axen oder Zweige als *Axengebilde über der Receptakelerscheinung* auftreten. Als eine solche *Receptakelerscheinung*, in der das Sprossen der Hauptaxe beendet wird, gibt sich die untergehende *primäre Hauptaxe der Equisetaceen* kund, so dass dann, wie im allgemeinen aus dem Receptakel *zuerst* die *Staubgefässaxen* (Markgebilde) hervorgehen, so hier die *fruchtbaren* Zweige aus dem Rhizom (Receptakel) zuerst entstehen, wäh-

rend die nachkommenden in erneuter Germination, reichlicherer Ernährung und vermehrter Gefäss- und Blattparenchymbildung als *unfruchtbare* Schäfte wie *Pistille* frisch grünen und wachsen und ein verjüngtes Leben zeigen. Darum ist *diese* Vegetationsweise auch bei den Kronen der *Bäume* häufig, wo die *pistillartige Centralproduktion* vorherrscht. Auf dieser Stufe aber, wo die wahre innerliche Regermination durch wahre Pistillbildung noch nicht erreicht werden kann und die Keimfülle der Spitze erschöpft ist, kann diese pistillartig vermehrte Reproduktion in erneuter verjüngter Erscheinung nur *abwärts* am Gewächs vor sich gehen, wo die Herrschaft des Wurzelwesens mit der Quelle der erneuten Ernährung und Wiedervermehrung diesen Vorgang begünstigt, da die Vegetation von der Verstäubung aus hier wieder zur *äussern* Germination forteilt. Wir haben diese merkwürdige Erscheinung schon bei der Frucht der *Lycopodiaceen* wahrgenommen, da sich in dem *doppelfrüchtigen* Fruchtstande ein Theil der Kapselchen nicht nur weit tiefer an der Aehre hinab zwischen die gemeinen Blätter hineingezogen, sondern hier auch *pistillartige* Natur erlangt hat, indem eine vermehrte Produktion in ihnen entstand, welche die *grossen, Embryen verwandten, Keimkörner* zur Folge hatte. Eben so findet hier auch eine *abwärts* gehende Produktion der Zweige Statt, da (wie z. B. bei Equisetum sylvaticum) die oberen der verdorrenden Aehre zunächst stehenden grünenden Zweigwirtel zuerst hervorbrechen und die unteren allmählig nachfolgen, wiewohl diese letzteren, da die Produktion auch allmählig erschöpft wird, in Grösse gegen jene ersten bedeutend abnehmen. Demnach könnte man diese Er-

scheinung auch mit dem Gegensatze von Schwäche und Erschöpfung der oberirdischen im Zustande der vorherrschenden Reife und Entäusserung stehenden Schaftglieder und von reicherer Fülle des Gehaltes der unterirdischen Wurzelknollen in Analogie stellen.

Der *fruchttragende* Schaft enthält von seiner Basis her gemeine Schaftglieder und erst auf seinem Gipfel einen fruchtzapfenförmigen Blüthenstand (inflorescentia strobiliformis). Dieser Gipfel des Schaftes, der zu einer centralen, in der Mitte etwas verdickten eiförmig erscheinenden Spindel umgebildet ist, enthält meist viele, anfangs dicht gedrängte Quirle von kurzen, meist dicken Seitenaxen oder *Spindelästen*, *Wirtelzweigen*, welche als *Sporokarpien* erscheinen und unterhalb ihrer scheibenförmig ausgebreiteten vieleckigen (meist sechseckigen) Spitze, welche *Fruchtboden*, auch *Schildchen*, oder *Fruchtträger* (Carpophorum, receptaculum, pelta, thalamus) genannt wird, im Kreise am Umfange des Spindelastes oder Trägers 6—7 häutige Säckchen oder zusammengesetztzellige *Sporenbehälter* (sporangia) tragen. Dieser Sporenbehälter besteht aus einer einfachen Haut mit zwei Lagen von Zellgewebe und bricht in einer innern dem Träger oder Stiel des Sporakarps zugekehrten und mit diesem parallellaufenden Längsspalte bei der Reife auf, viele Sporen, die aus Mutterzellen im Sporenbehälter hervorgehen, aussäend.

So einfach in naturgemässer Folgerichtigkeit dieser *Fruchtbau* aus der vorausgehenden Fruchtgeschichte hervorgeht, wenn man ihn nach unserer Darstellung von der Grundlage und dem Typus des Fruchtwesens der *Mooscolumella* aus ver-

folgt, so haben sich dennoch auch hierüber wie über die Moosfrucht und die meisten Früchte der Akotylen die sonderbarsten Meinungen und Vorstellungen geltend zu machen gesucht. So z. B. will Bischoff (Lehrb. d. Bot. I. S. 441) „jeden der eckigen Fruchtböden der Schafthalme aus der Verschmelzung eines Blätterkreises erklären, wo dann die Axse des Fruchtstandes, statt der wirteligen zu gezähnten Scheiden verbundenen Stengelblätter mit in Wirteln stehenden Blätterbüscheln besetzt ist, deren jeder durch die Verschmelzung seiner Blätter zum gestielten Schildchen umgewandelt erscheint, auf dessen unterer Fläche die Säckchen eine ähnliche Anschwellung der in die Verwachsung eingegangenen Blätter darstellen, wie dieses bei der Antherenbildung der Fall sei.“ Dies wäre allerdings eine ganz handgreifliche, einem Fremdlinge in der Pflanzenphysiologie sinnlich einleuchtende Demonstration ad oculos. Nur Schade, dass sie wie alle solche Handthierung mit verwachsenen Blättern und Blätterbüscheln nur aus der Luft u. Phantasie, nicht aber aus der Wirklichkeit der Natur und Biologie der Pflanzen hergenommen ist, wie wir schon in der Einleitung bei der Antherenbildung bewiesen haben. Das Sporangium des Equisetaceensporokarps entspricht allerdings dem Antherenloculament. Dieses kann aber eben so wenig ein Blättchen, noch seine innere Aushöhlung die Aushöhlung in einer Blatthälfte sein, als das Staubgefäss ursprünglich ein Blatt sein kann. Denn da hier 6—7 Loculamente vorkommen, so wären hiefür schon entweder viele Blatthälften, also viele (3—4) Blättchen dazu erforderlich oder es müsste dazu schon die Blattfläche eines sehr grossen Blattes vorausgesetzt werden.

Beides steht aber hier wie in der Antherenbildung überhaupt im Widerspruch mit der Natur des hier wirklich erscheinenden Blattwesens, wovon schon oben gehandelt wurde.

Könnte man auf diese Weise zu Werk gehen, so würde eine Erklärung des Sporokarps aus dem zu innerer Entwicklung erhobenen Wurzelknollen sehr einfach und natürlich sein und viel leichter zum Ziel führen. Denn, dass die Sporokarpien wie die Zweigknospen, deren Kategorie, was die Rhizokarpen und andere beweisen, auch die Sporokarpien und die Staubgefässe überhaupt sich nähern, mit den Wurzelknollen nahe verwandte Ansätze von Axenorganen sind, zeigen schon die Früchte der niedersten Kryptogamen. Ja wie die niedersten Ordnungen der Akotylen durch und durch Wurzelwesen sind, so erscheinen ihre Früchte mit wurzelknollen- oder knotenartigen Gebilden indifferent, so dass in ihnen die Wurzelvegetation von ihrer äusserlichen Abhängigkeit in wirklichem Wurzeln durch Innerlichkeit und Erhebung abgezogen und wie im Wurzelknollen des höhern Gewächsreichs zum Material des Wurzelwesens im Embryozustand oder zur Keimbildung nach innen zurückgehalten wird. Es werden diese Knollen dadurch auf dieser Stufe reife der Entwicklung von Keimen aus ihnen entgegengehende Gebilde, im Allgemeinen also Blüthenreceptakel. Kehrt aber im Blüthenreceptakel (hier dem Wurzelknollen) die Blüthenentwicklung ein, so geht der peripherische Gehalt, wie auf dem Blüthenreceptakel der Phanerogamen geschieht, in die Grundlage der Verstäubung über. Diese kann sich auf dieser Stufe aber noch nicht in der vollen Erscheinung von Staubgefässen, sondern nur erst in Produktion von Anthe-

renfächern oder Sporensäckchen äussern. Der Gipfeltrieb des Wurzelknollens kann sich gleichfalls auf dieser Stufe noch nicht wie im Blüthenreceptakel der Kotyledoneen zu einer Pistillbildung erheben, da das Uebermaas der Reife noch vorherrscht und die Kraft der vermehrten Reproduktion noch nicht einkehren kann. Darum ist derselbe nur als expandirte Scheibe vorhanden. Demgemäss bedürfte es, um den Wurzelknollen der Equisetaceen zum Sporokarp zu erheben, hauptsächlich der Einkehr höherer Reife in denselben um die peripherischen Luftgänge des Wurzelknollens zu Sporensäckchen zu erweitern, so dass die innerliche Regermination zur Bildung von Sporen statt des Markes einkehrt, während statt der Gefässe der Luftgänge Faserzellen sich bilden, die ohnehin jenen so sehr kurzen Gefässen der unterirdischen Schaftglieder nächst verwandt sind und schon der Gefässbildung mehr als der Zellenbildung angehören.

Wie das Staubgefäss ursprünglich ein Axengebilde ist, gleichwie das Pistill, so ist auch das Sporokarp der Equisetaceen ein Axenorgan. Und da es unverkennbar im Typus der *Mooscolumella* mit der Innenhaut erscheint, welche der erste hier noch rudimentäre Pistillaransatz des Gewächsreichs ist, so folgt, dass auf dieser Stufe Pistill- und Staubgefässaxengebilde noch fast indifferent erscheinen, was aus dem Uebergang der Equisetaceenfrucht in die der Rhizokarpen noch klarer erhellen wird. Demnach darf das Sporokarp als *Mittelgebilde* zwischen Staubgefäss und Karpell der Kotyledoneen dargestellt werden. Dieselbe blattartig auf der Spitze wie zu einem Schildchen ausgebreitete Scheibe, das sogen. Carpophorum des Equisetaceensporokarps,

kommt bekanntlich schon auf der Spitze der Mooscolumella als sogen. Querfell mit dessen den innern Raum des Deckelchens ausfüllendem Fortsatz vor und hat hier wie dort dieselbe Bedeutung, da sie nämlich der Ausdruck der Erschöpfung des Sprossens auf der Spitze durch die expandirende Reife ist. Dass diese expandirte Scheibe der Spitze beim Equisetaceensporokarp nicht kreisförmig und ganzrandig am Umfang ist, sondern im Allgemeinen sechsseitig (hexagonum), kommt von der in der Jugend der Fruchtähre herrschenden dichtesten Zusammendrängung der Sporokarpienquirle her. Denn da die Sporokarpien der aufeinanderfolgenden Quirle, wie die Zähne der Blattscheiden mit den erhabenen Leisten des folgenden Schaftgliedes und den Zähnen der folgenden Blattscheide, alterniren, so dass ein jedes Früchtchen sowohl von den zweien ihm rechts und links im Quirl zu den Seiten stehenden als auch von den zweien ihm zunächst stehenden Sporokarpien des obern und untern Quirls also zwischen sechs Sporokarpien gedrückt wird, so muss sich der Perimeter oder Rand des Karpophorums statt einer kreisförmigen Peripherie sechsseitig gestalten.

In Bezug auf die Pistillarerscheinung entspricht das Karpophorum dem obern Theil eines Karpells mit expandirtem Griffel oder Stigma und erscheint wie ein mit Inhalt expandirtes Deckelchen der Moosfrucht als erneuter Gipfelansatz, der aber ungeachtet seiner verjüngten erneuten Erscheinung in höherer Reife steht. In Bezug auf die Parallelisirung mit dem Staubgefäss der Kotyledoneen entspricht das Karpophorum der analogen Erscheinung eines ungewöhnlich stark expandirten Antherenconnectivs. Jeder Quirl von Sporokarpien entspricht in letzterer Hin-

sicht einem Staubgefässkranz. Wie daher nicht selten in einer Blüthe der Phanerogamen, zumalen bei den Dicotylen, mehrere Staubgefässkränze, innere und äussere, vorkommen, so erscheinen auch hier mehrere, ja meist viele Quirle von Sporokarpien wie Staubgefässkränze. Denn da diese Blüthentheile hier noch in Indifferenz oder in einem Mittelzustand zwischen wahrer Staubgefässbildung und Pistill also im Wesen des Blüthenreceptakels und somit auch des niedern Knospenwesens oder in Verwandtschaft des Wurzelknollens erscheinen, so haben sie auch noch eine reichlichere Fülle von Material und Produktion als die in ihrer höheren Reife erschöpften Gebilde der wahren Staubgefässe der Phanerogamen. Darum tritt nicht nur in dem einzelnen Sporokarp unterhalb der Spitze eine grössere Anzahl von Antherenloculamenten (6—7) auf, als bei dem wahren Staubgefäss, das im Allgemeinen nur vier, ja oft nur zwei hat, sondern die einzelnen *Quirle* haben auch noch eine gemeinsame sprossende Axe als dicke Spindel, auf der sie übereinander erhoben sind, was bei den *Staubgefässkränzen*, wenn mehrere solche in einer Blume sind, nur sehr selten, nie aber in dieser Stärke und Fülle der gemeinsamen Spindel (Torus) wie hier vorkommt.

Diese dargestelle Natur und Wesenheit der *Equisetaceenfruchtähre* wird sogleich noch deutlicher werden, wenn wir die oben auseinandergesetzte *receptakelartige* Abstammung und Vegetationsweise der Schaftglieder der Equisetaceen in Erwägung ziehen und, was wir schon bei den Lycopodiaceen bewiesen haben, uns erinnern, dass das als Spindel verjüngt aufsprossende Axenorgan, das *Blüthenreceptakel, zugleich Pistill* oder was hier gleichbedeutend

scheint, *Androphorum* ist. Da die gemeinen Schaftglieder mit ihren Blattscheiden als proliferirende aus dem Moosreceptakel aufsprossende entleerte Fructificationsorgane erscheinen, die in erneuter Germination das untergegangene Axengebilde wiederherstellen, somit in diesem Vorherrschen des Entäusserungszustandes in sich selbst nur Hüllen ohne Gehalt (Knoten) zu Stande bringen, so gibt sich in dem Schaftglied mit seiner Blattscheide die Erscheinung der aus dem Blüthenreceptakel aufsprossenden noch im Zustande der innerlichen Gehaltlosigkeit und Entäusserung stehenden blüthenartigen Vegetation kund. In jedem Schaftglied mit Blattscheide wiederholt sich daher die noch leere receptakelartige Vegetation, wie eine Mooscolumella mit einem nietblumigen oder monopetalen, irrig sogen. verwachsenblättrigen, Perigon. Allein dieses wiederholte Sprossen mit reichlicher Germination und Produktion, welche sich vorzüglich in der Erscheinung von Gefässbündeln kund gibt, findet auch sein Ziel, worin Erschöpfung der Erhebungs- und Produktionskraft einkehrt. Damit nimmt also die im Centrum herrschende Reife in den Gliedern noch mehr zu. Es tritt somit in diesen Theilaxen die Herrschaft des receptakelartigen Lebensprincips im höchsten Grade auf, oder die Erhebung und Produktion von dieser Spitze aus geht *central* in die *pistillartige*, mit der *receptakelartigen* noch *innigst verwandte*, Vegetation und *peripherisch* in die *staubgefässartige* mit der *Blattscheide* verwandte über, wie schon die Erscheinung der im Vergleich mit dem gemeinen Schafte so sehr kurzen Spindel der Fruchtähre beweist. Wie bei jedem Axengebilde über dem Receptakel mit dem höchsten Grade der centralen Entäusserung und Reife der Erhal-

tungstrieb in Produktion und Bindung auf dem Umfange um so mächtiger einkehrt, so dass *zuerst* der Wiederaufgang in peripherischen Axen mit vermehrter Anzahl durch erneute Germination erfolgt, wie der Fortschritt aus dem Blüthenreceptakel der Kotyledoneen in die Staubgefässe beweist, eben so gehen aus dem Zustande höchster Reife der einzelnen, über die Receptakelartigkeit hinausgehenden, Schaftglieder die Metamorphosen einzelner übereinanderstehenden Quirle der Sporokarpien hervor. Diese Metamorphose erscheint daher gleichfalls wie aller Fortschritt der Axenerscheinungen über dem Receptakel im Fortpflanzungsgesetze, da aus dem Untergange der zu Grunde liegenden Axengebilde im Reifeübermaas der Wiederaufgang peripherischer Axenorgane in erneuter Germination einkehrt oder aus dem Material, gleichsam der Keimgrundlage, des untergehenden Hauptaxengebildes *zuerst* das erneut hergestellte in vermehrter Anzahl und in verwandtem Charakter auf dem Umfang erscheint. Indem daher durch die höhere centrale Reife das über den wahren Receptakelpunkt oder die Spitze des gemeinen Axengebildes hinausgehende Schaftglied in sich gleichsam zerfällt und in seiner Einheit als solches untergeht, so kehrt damit zugleich durch den Gegensatz der Ueberreife in erneuter Germination die Wiederherstellung in zahlreicher vermehrter Produktion von peripherischen Particularaxen ein, die der Hauptaxe verwandt erscheinen. Dieser Fortschritt erfolgt somit aus einem ähnlichen Lebensvorgang, wie auf dem Umfang des Blüthenreceptakels der Staubgefässkranz aufkeimt. Da sich aber, indem hier noch ein reichliches Material vorhanden ist, und beim Sprossen des gemeinen

Schaftes noch viele Schaftglieder vorkommen, dieser Vorgang auf der Spitze in vielen Akten der Germination wiederholt, so gehen daraus die vielen Sporokarpienwirtel auf der gemeinsamen pistill- oder torusartigen Spindel hervor.

Wie alle höhere Vegetation über dem Receptakel *nicht* durch eine unmittelbare Fortsetzung der unterhalb des Receptakelpunktes vorausgehenden, sondern durch eine erneute Germination hervorgeht und damit zugleich die *Umkehrung* der Erscheinungsweise hat, so ist auch hier derselbe Fortschritt wahrzunehmen. Dem Unterschiede zwischen niederer und höherer Vegetation entspricht auch die Verschiedenheit des Baues der Spindel, der Fruchtähre und der Sporokarpien, da hier weder Gliederung, wie bei den gemeinen Schäften, noch Luftgänge, noch Gefässe vorkommen, sondern ein gleichmässiges Zellgewebe. Die Erscheinung des höhern Lebens mit dem Charakter innerlichen Zusammenhangs im Wesen der Einheit eines Ganzen statt der Vielheit und Einzelheit der Schaftglieder wird hier herrschend, so dass statt des absatzweisen Sprossens in wechselnden Akten von Erheben und Sinken der Produktion die Simultaneität in innerer Einheit der Theile erfolgt. Obwohl diese Sparokarpien Mittelgebilde zwischen Staubgefässen und Karpellen sind, wie die Fruchtblätter der Filicinen, so sind sie dennoch der Staubgefässerscheinung näher verwandt als diese, die schon mehr im Charakter der Karpellarerscheinung stehen, wie unten bewiesen werden wird. Darum können wohl auch Metamorphosen in Missbildungen vorkommen, bei denen die Sporokarpienwirtel, eben so wie die Staubgefässe in Petalen umgewandelt werden, durch die übermässig in ihnen einkehrende

Reife und Expansion blattscheidenartig erscheinen. Daraus kann aber *keineswegs* geschlossen werden, dass das *Sporokarp* aus dem *Blattwesen* hervorgeht oder was völlig irrig wäre, ein *Blattorgan* sei; eben so wenig als die Staubgefässe aus Umwandlung der Petalen durch Einrollung der Ränder oder dgl. entstehen oder *Blattorgane* sind, da diese umgekehrt vielmehr von staminodienähnlich in Reife untergehenden *Staubgefässen* stammen, die bei dem Uebermaas der Reife die wahre *Staubgefässnatur mit Ansatz von Antheren noch nicht* erreichen konnten und also durch Expansion die innere Germination wahrer Staubgefässe verlieren. Denn ursprünglich sind Staubgefäss und Petalum *eins*, wie die *Monopetalen* beweisen, indem das Petalum nur als blattartigexpandirter Träger der Anthere (als blattartiges Filament) erscheint, also eigentlich noch *kein wahres* Petalum vorhanden ist oder selbstständig erscheinen kann. In diesem fast indifferenten Zustand erscheinen darum auch die Sporokarpien der *Lycopodiaceen* (und *Isoëteen*) mit petaloidischen Blattschuppen. Allein wenn das *Lebensprincip der Blüthenherrschaft*, welches schon in der Staubgefässbildung der Monopetalen, der Lycopodiaceen und Isoëteen diesen Gegensatz von äusserer in innerer Germination, von Reife in blattartiger (petaloidischer) Expansion und von Hüllenbildung und Erhaltung in innerlicher Germination und Keimbildung hervorbringt, sich steigert und tiefer eindringt, also das Ganze ergreift, so muss auch der im Monopetalischen erst *beginnende blüthenartige Gegensatz grösser* werden, so dass daraus zwei *selbstständige* Gebilde, Petalen und Staubgefässe *ganz gesondert*, wie bei den Polypetalen oder wie hier bei den Equisetaceen in Blattscheide und Spo-

rokarpienquirl oder in den auf die Isoëteen folgenden Ophioglosseen und den Laubfarnen überhaupt einkehren, wo der eine blüthenartige Gegensatz der Reife in einem petaloidischen, der andere mit vorherrschender Innerlichkeit vorzugsweise im andern Gebilde, nämlich im Sporokarpienquirl der Equisetaceen und den wahren Staubgefässen, wie im Fruchtblatt der Laubfarne herrscht. Der äussere peripherische niedere Kreis oder hier mehrere niedere, gehen, da die Reife vorherrschend wird, in Petalen, während die in Reaction gegen diesen Untergang durch Reife erneute innere Erscheinung die Staubgefässnatur mit dem gehörigen Maase von Innerlichkeit und innerlicher Keimbildung behaupten kann, wie hier die Sporokarpienquirle im Gegensatze gegen die Blattscheiden, so dass also die Staubgefässe in einem ähnlichen Verhältnisse und Gegensatze zu den Petalen stehen, in welchem man die Pistille zu den Staubgefässen selbst findet. Da also ursprünglich die Blattscheide der Equisetaceen *kein gemeines wahres Blattwesen* ist, so fällt auch die Behauptung weg, dass die *Sporokarpien* eine Metamorphose aus *Blättern* seien. Darum zeigt sich auch öfters eine ähnliche Erscheinung wie bei halbgefüllten Blumen. Dahin gehört z. B eine Beobachtung Roepers (s. dess. zur Flora Mecklenb I. p. 140 ff.) an den fruchttragenden Schäften von Equisetum Telmateja (deren auch H. v. Mohl in seinen vermischt. bot. Schriften p. 97 erwähnt), welche nach Mohl's Erklärung „Uebergänge von den verticillirten und zu Scheiden verwachsenen Schaftblättern zu Quirlen des Fruchtstandes zeigten und welche keinen Zweifel übrig liessen, dass das mit Sporangien besetzte sogen. Receptaculum von Equisetum *nicht* aus

der Verwachsung eines von einem Ast abstammenden Blätterbüschels, sondern dass es aus einem Blatte des Schaftes selbst abstammt, dass dasselbe gleichsam das zu ungewöhnlicher Grösse angewachsene Connectiv einer Anthere repräsentirt und dass die auf seiner untern Seite stehenden Sporangien den einzelnen Loculamenten entsprechen."

Roeper selbst schreibt: „An den Blattscheiden der 3 — 4 oberen Glieder am Fruchtstengel des Equisetum Telmateja *Ehrh.* bemerkte ich bei einer Metamorphose in seltenen Fällen, kurz vor der oberen, schon durch ihre Färbung sich auszeichnenden, bald in die zahlreichen Zähne sich spaltenden, Scheidenhälfte, eine Reihe zahlreicher kleiner rundlicher schwieliger Erhabenheiten, von denen je eine der Mitte (oder Mittelrippe) eines Scheidenblattes entspricht. Oberhalb dieser Schwielen legt sich die Scheide gerne in eine ringförmige Falte, vertrocknet sehr bald und wird rauschend (scariosa), gleichsam als wollte sie durch Brand (sphacelus) von der untern lebenden Hälfte sich abstossen. Zu einem eigentlichen Abstossen des obern leblosen Scheidentheils (wie es bei Equisetum hiemale so deutlich statt findet) kommt es aber bei Equis. Telmateja nicht. Wohl aber folgt bei *ganz normalen* Individuen unmittelbar und ohne allen Uebergang, auf die oberste, weiteste und zugleich grösseste der Stengelscheiden der eigentliche Fruchtstand, durch ein mehr oder minder (oft gegen 4 Zoll) langes Internodium von der letzten Scheide getrennt. Bei *weniger normal* gebildeten Exemplaren beginnt die Aehre sehr häufig nicht gleich mit ihren normalen Schild-Wirteln, sondern sieht man an ihrer Basis einen häutigen, augenscheinlich der unteren Scheidenhälfte ent-

sprechenden Rand, der etwa eine Linie breit ist und schon die Farbe der Schildchen darbietet. Von eigentlichen Zähnen sieht man an diesem Rande oft gar keine Spur und ist er dann vollkommen ganzrandig (integerrimus); oft aber ist er schon etwas gebuchtet (sinnatus) und gefaltet (crispato-plicatus oder undulatus) und häufig erscheint derselbe stellenweise verdickt, zu Knötchen angeschwollen. Diese Knötchen nun sind es, die, entsprechend den vorhin beschriebenen Schwielen der oberen Stengelscheiden, als *Anlagen* der Peltä oder Schilder betrachtet werden müssen. Nicht so gar selten nämlich fand ich, dass, im Verhältniss zur zunehmenden Entwicklung der Schwielen oder Knötchen, der kleine häutige Rand, der sie an seinem oberen Theile trug, sich tiefer spaltete, bis endlich jedes Knötchen, von den übrigen vollkommen gesondert, seinen eigenen Stiel bekam. Dass die eben beschriebenen Knötchen wirklich werdende (im Werden stehen gebliebene) Fruchtschilder waren, ergab sich aufs Deutlichste, theils durch die Identität ihrer Textur und Farbe mit der Oberfläche der Fruchtschilder, theils durch die Identität ihrer beiderseitigen Stielchen, theils endlich dadurch, dass in der untern Seite derjenigen, die den vollkommenen Peltä schon ähnlicher geworden waren, einzelne oder mehrere sogen. Sporangien sich entwickelten. Besonders interessant war die Menge von Mittelgliedern an einer und derselben Aehre, durch welche ein schuppenförmiges Blattorgan (folium squamäforme) vor unsern Augen in ein schildförmiges Organ (folium peltatum, pelta stipitata) sich umwandelte.

So grossen Dank die Botanik dem obigen Verfasser für die Auffindung und Beschreibung dieser

merkwürdigen seltenen Erscheinung schuldig ist, so wird doch die Wissenschaft nie dessen Folgerung, dass sich hier ein *schuppenförmiges Blattorgan* in ein *schildförmiges (folium peltatum) umwandele*, zugestehen können. Denn abgesehen davon, dass weder das schildförmige Organ ein Blattorgan, ein folium, sondern vielmehr offenbar ein *Axenorgan* mit *expandirter Spitze* ist, noch das schuppenförmige Blattorgan (folium squamæforme des Verfassers) ein *wahres Blatt* genannt werden kann, sondern *petaloidisch* oder als *Perigonium* erscheint, die Petalen oder Perigoniumsstücke aber *keine wahren Blätter*, sondern *Markorgane* oder *phyllodienähnlich expandirte* und darum innerlich gehaltlose *Staubgefässaxenorgane* oder im Reifezustand erscheinende Filamente ohne Antheren sind, so kann man auch diesen Vorgang *keine Umwandlung* der Blattscheiden in die Sporokarpienquirle nennen. Denn es wird nicht das *ganze* niedere Gebilde, die Blattscheide, wie sie ist, und in *voller* Erscheinung zu einer andern Gestaltung, welche die des Sporokarpienwirtels wäre, umgewandelt, sondern es *geht* vielmehr in diesem Fortschritt die *Blattscheide* bis auf die Grundlage eines häutigen, augenscheinlich der untern Scheidenhälfte entsprechenden Randes *unter*, der etwa eine Linie breit ist und an dem man keine Spur mehr von eigentlichen Zähnen wahrnehmen kann. Ja wir vermuthen sogar, dass der Verfasser diesen eine Linie breiten Rand überschätzt hat, da er ihn für die untere Scheidenhälfte ausgibt, der er wohl bei der Grösse der oberen Scheiden nicht gleichkommt. Da also die wahre Blattscheide nicht mehr vorhanden ist, sondern nur noch eine kleine Grundlage davon

und der bei weitem grösste Theil untergegangen ist, so kann doch von keiner Umwandlung dieses kurzen Randes in dem Sporokarpienquirl die Rede sein. Auch ist schon aus der obigen Beschreibung leicht ersichtlich, dass dieser Uebergang aus dem *Untergang der Blattscheide* durch Ansatz eines *erneuten* Central- und Gipfeltriebes und durch *Regermination* aus der Keimgrundlage der Scheide erfolgt, so dass die reducirte materielle Grundlage, auf welche die Scheide zurücksinkt, durch *erneute Germination* und *Reproduktion (nicht Umwandlung)* in die Sporokarpienbildung, die dem Axensystem angehört, übergeführt wird. Darin bleibt sie nicht mehr dasselbe Organ in modificirter oder metamorphosirter Erscheinung, sondern wird ein anderes erneutes nach vorausgegangener Erschöpfung der Scheide wieder verjüngtes vermehrtes, durch neue Saftströmung umgeändertes und umgestaltetes Material und Gebilde, welches sogar sein eigenes Stielchen hat.

Allein da steht den Botanikern, um Solches anzuerkennen, das verjährte Vorurtheil, die liebe Gewohnheit und Bequemlichkeit entgegen, da sie um alles Denkens und Selbstuntersuchens überhoben zu sein, lieber der Autorität Goethe's folgen, der da schreibt (s. dess. Versuch der Metamorphose der Pflanzen zu erklären): dass die Kelchblätter aus einem Verein von gemeinen Blättern hervorgehen, also der Kelch kein neues Organ, sondern nur die Verbindung und Modification der niedern Blattorgane enthält, dass dann der Kelch zur Krone übergeht und diese Krone in die Staubgefässe umgewandelt werde, so dass aus dieser ununterbrochenen Kette von Glied zu Glied *nothwendiger Weise gefolgert werden* müsse, dass die *Fructificationsorgane* nicht

nur aus Petalen und Sepalen, sondern aus *gemeinen Blättern* durch Metamorphose hervorgehen. Diess ist freilich eine handgreifliche Demonstration, zumalen da Goethe in den Beispielen zu seinen Beweisen alles Mögliche, Wahres und Falsches, durcheinander wirft. So wird die Natur der Vegetation ganz bequem und befriedigend erklärt (!) und jeder Schüler muss von der Wahrheit dieser Sätze durchdrungen werden. Allein Schade, dass das Ganze keine haltbare Basis hat und die Natur nicht *so* zu Werk geht wie Goethe es demonstrirt hat. Was insbesondere den Uebergang der Blumenblätter in die Staubgefässe betrifft, so ist Alles, abgesehen davon, dass weder der Kelch eine direkte Metamorphose der gemeinen Blätter ist, noch die Blumenkrone aus der Umwandlung oder modificirten Fortsetzung von Kelch hervorgeht, sondern jedes dieser Organe seine *eigenthümliche* Germination in *selbstständiger* Erscheinung und Gestaltung, ja im Gegensatze gegen das andere hat, so ist Alles vielmehr umgekehrt, da z. B. die Petalen aus den Staubgefässen durch das in ihnen einkehrende Reifeübermaas entstehen und somit expandirte Staubgefässe sind, welche die wahre Natur von Staubgefässen mit innerlichem Gehalt nicht erreichen konnten. Darum kommen auch in der Geschichte des Gewächsreichs die Staubgefässe vor der Erscheinung der Petalen vor, da diese aus jenen erst durch die höhere Reife und zwar aus dem peripherischen Kranze, wo die höhere Reife herrscht, entstehen. So haben z B. die Cycadeen noch *keine Perigonien*, die erst bei den Palmen nachfolgen, da die peripherischen Stamina ihre wahre Staubgefässnatur mit ihrer Innerlichkeit und wahren Axenartigkeit an *diesen* äusseren peripherischen Punkten beim Reife-

übermaas *nicht mehr* behaupten können und dem Entäusserungs- und Expansionstrieb anheimfallen. Auch die Monopetalen haben eigentlich noch keine Korollen, sondern nur expandirte Filamentenbasen der Staubgefässe. Wie also die Reife und der Entäusserungstrieb im Fortschritt der Lebensgeschichte wächst, verlieren dadurch die Gebilde da, wo die Reife am stärksten einwirkt, nämlich auf der Peripherie des Blüthenreceptakels, ihre Innerlichkeit und den Gehalt, wodurch sie in den Zustand von Perigonien oder Korollen zurücksinken, während in Reaction gegen dieses Uebermaas der Entäusserung und Reife der Erhaltungstrieb mit erneuter Germination und Reproduktion zum Ersatz für jenen Untergang näher dem Centrum und der Innerlichkeit die Produktion wieder neu herstellt, so dass damit beide Gebilde im Gegensatz zu einander erscheinen. Dass aber, wie in diesem Fortschritt überhaupt, die Petalen aus den Staubgefässen durch Zurücksinken der Produktion hervorgehen, nicht aber umgekehrt diese eine Umwandlung von jenen sind, ergibt sich gleichfalls aus *gefüllten* und noch deutlicher aus *halbgefüllten* Blumen, indem ja hier offenbar alle oder ein Theil der *Staubgefässe* (oft sogar auch die Pistille) durch die Herrschaft der höhern Reife *in die Entäusserung* zur *petaloidischen* Gestaltung *zurückgesunken* sind. Die einzelnen schwachen Spuren von kümmerlichen Antherenrudimenten auf einzelnen, mehr dem Centrum zu stehenden Petalen, sind *Reste* oder neue Ansätze der Staubgefässartigkeit, welche durch die expansive Natur noch nicht völlig getilgt werden konnten. Wie so die Staubgefässe in die Petalen zurücksinken, also die Petalen Staubgefässe sind, welche wegen Herrschaft des expansiven Entäusse-

rungstriebs in ihnen selbst noch nicht die Natur der *wahren* staubgefässartigen Erscheinung erlangen und festhalten können, so könnte man sogar auch einen Fortschritt aus den Petalen, obwohl nicht durch einfache Umwandlung, sondern auf ähnliche Weise, wie wir oben in der Erscheinung der Mittelglieder zwischen den Equisetaceenblattscheiden und dem Sporokarpienquirl nachgewiesen haben, zugestehen, *ohne dass daraus gefolgert werden könne,* es gingen die Stamina aus Blättern durch Umwandlung, wie etwa, was man so häufig hat demonstriren wollen, durch Einrollung der Blattränder oder durch Aushöhlung der Blatthälften hervor. Noch vielweniger aber könnte man in solcher Metamorphose der Petalen in Stamina behaupten, dass diese *Blätter* seien, indem man ja zu deutlich wahrnimmt, wenn man den Fortschritt aufmerksam und unbefangen, ohne der Phantasie und dem Vorurtheil freien Spielraum zu gewähren, untersucht, dass die Blattnatur des niedern Organs beim höhern nicht fortbesteht, da sie nicht wie etwa durch *Aushöhlung* der Blatthälften u. dgl. nur modificirt im Staubgefäss wieder erscheint, sondern *untergeht* und die *wahre, axenartige* Beschaffenheit aus der restirenden materiellen Grundlage durch erneute Germination und erneute Gipfelansetzung der Anthere hervortritt.

Man könnte darum auch das Petalum oder Perigonsblatt selbst, da es das Staubgefäss gleichsam schon anticipirt, als ein phyllodienähnlich expandirtes *Axenorgan* bezeichnen. Und in der That beweist es sich als *Axenorgan* beim Uebergang ins Staubgefäss, wie man bei halbgefüllten Blumen sieht und wie der oben erwähnte Fall von Mittelgliedern zwischen Blattscheiden und Sporokarpienquirlen der

Equisetaceen zeigt. Denn es setzt sich auf der restirenden Grundlage des Petalum wie der Blättchenbasen der Blattscheide ein erneuter *Gipfeltrieb* wie eine Gipfelknospe (Knoten) an, aus dem die Anthere oder bei den Equisetaceen die Pelta hervorgeht. Wo hat man aber bei der Blattvegetation des Gewächsreichs überhaupt ein solches Fortschreiten erneut einkehrenden Wachsthums durch einen innovirenden *Gipfeltrieb* aufzuweisen, während *diese* Erscheinungsart durch erneut aufsprossende Gipfelansätze dem *Axenorgan charakteristisch und eigenthümlich* angehört, wie insbesondere die gegliederten oder mit deutlichen Internodien versehenen Stengel und Schäfte durch das Proliferiren und successive Aufsetzen von Glied auf Glied, von Internodium auf Internodium zeigen und wie schon die Entstehung des Pistills als Ansatz eines erneuten Gipfeltriebes im Blüthenreceptakel oder als Wiederholung eines receptakelartigen Axengebildes im Receptakel kund gibt. Darum kann man auch in dem Connectiv des Staubgefässes selbst, da es ein erneuter *Gipfeltrieb*, gleichsam ein *knospiger Ansatz* auf der Spitze desselben ist, aus dem durch Regermination und Entwicklung das Karpell hervorzugehen beginnt, wie Missbildungen zeigen, wegen dieser charakterischen Erscheinung von Gipfelknospenanlage einen weitern Grund finden, der seine Axenartigkeit beweist oder doch in helleres Licht setzt, so wie dies auf gleiche Weise vom Karpell gilt, das dadurch wie alle Axenorgane *zugleich* auf- und abwärts wächst und sprosst, was wohl kein Blatt aufweisen kann, da dieses nur abwärts zunimmt. In der Analogie mit obiger Erscheinung haben wir auch in den verschiedenen Stufen der hier behandelten Ordnung nachgewiesen, dass allenthalben

das *Blattwesen* aus dem *Axenwesen* und zwar mittelbar aus der Frucht (wie insbesondere die Isoëteen und Ophioglosseen zeigen), da diese hier noch als Knospe erscheint, dadurch hervorgeht, dass aus dieser Knospe oder Frucht ein gemeines Axengebilde entwickelt wird, das auf folgender Gradation die blattartige Erscheinung annimmt, nicht aber umgekehrt, wie man bisher in Folge der oberflächlichen Metamorphosenlehre Goethe's glauben machen wollte. Auch ergibt sich dieses aus unsern Erläuterungen über solche Fälle in dieser Schrift aufs klarste, wenn es auch manche Leute werden zu bestreiten geneigt sein, welche ihre falsche Lehre nicht aufgeben wollen, weil das bequemer ist, an was man gewöhnt ist.

Wer möchte wohl ferner das Sporokarp der Laubmoose mit der Seta, wer den Pilz, wer die Flechtenapothecien mit ihren Podetien, das Sporokarp der Equisetaceen, die Rhizokarpenfrüchte mit ihren Stielen u. s. w. für Blätter oder auch nur für Zusammensetzungen aus Blättern, wie bisher geschehen ist, ausgeben wollen, wenn er einen Begriff von wahren Blättern hat? Die Sporokarpien sind aber mit den Staubgefässen innigst verwandt, so dass, was von jenen allgemein gilt, diesen nicht abgestritten werden kann.

Doch da wir schon im allgemeinen Theil dieser Schrift diesen Gegenstand zur Genüge behandelt haben, so wollen wir hier nur noch beifügen, dass selbst beim gemeinen Blattwesen des Gewächsreichs eine ähnliche Analogie vorkommt. Denn auf ähnliche Weise wie die Petalen durch Zurücksinken der Staubgefässe in den Zustand der vorherrschenden Reife und Entäusserung statt der axenartigen Natur dieser die

blattartige annehmen und somit Petalen statt der staubgefässartigen Bildung werden, eben so sinken die *gemeinen Zweige* auf den *niedern* Stufen des Gewächsreichs in die *blattartige* Erscheinung zurück, so dass man mit Recht behaupten kann, dass die Blätter eine Metamorphose aus dem Zweigwesen, also aus Axenorganen sind. So erscheinen z. B. die sogen. Blätter der Isoëteen, die Wedel der Ophioglosseen und Farne mehr zweig- als blattartig und sind überhaupt Mittelgebilde zwischen Zweig- und Blattwesen, gehen aber bei den Palmen und folgenden Stufen zu wahren Blättern über. Wollte man aber aus einem solchen Zurücksinken des Zweigs in die Blatterscheinung umgekehrt folgern, dass nicht das Blatt eine Metamorphose aus dem Zweig, sondern dieser eine aus jenem sei, so würde eine Naturforschung, welche diesen Satz behaupten wollte, leicht ihre Widerlegung finden und absurd erscheinen. Denn dies ist noch keinem Botaniker eingefallen, zu behaupten, dass der axillare Zweig wie z. B. bei den Dicotylen eine Metamorphose aus dem Blatte sei, in dessen Axille er erscheint. Eine ganz ähnliche Bewandtniss hat es mit dem Verhältnisse der *Petalen* und *Staubgefässe*, obwohl wir damit nicht gerade wie AGARDH behaupten wollen, dass die Staubgefässe Axillarknospen der Petalen seien. Denn da die Reife über dem Blüthenreceptakel so ungemein gross ist, so erscheinen keine wahren Knospen mehr, sondern schon entwickelte aus dem Zustande der Reife in die Regermination fortschreitende und daher sehr schwache Axenorgane mit dem knospenartigen Keimansatz (Anthere mit Connectiv) auf der Spitze als Wiederholungen des Blüthenreceptakels, das in solche Receptakelchen als Staubgefässe gleichsam zerfällt

und neu aufsprosst. Demnach sind sie eine mit den gemeinen Zweigen verwandte Erscheinung, da ihnen ebenfalls die Natur der Axenorgane zu Grund liegt wie diesen. Diese haben ja gleichfalls, wo die Reife sehr stark ist, und wie in den Cyclen der Blüthen eine sehr schnelle Drehung der Centralaxe zur Folge hat, die *alternirende* Stellung von Blatt und Zweig, wie z. B. bei den Equisetaceen, Rhizokarpen u. a. Wie das Blüthenreceptakel in Hinsicht der aus ihm hervorgehenden Blüthen proëmbryenartig erscheint, so können wir darum und aus andern Gründen auch die Staubgefässe, da sie mehr Innerlichkeit und Verschlossenheit als jenes haben, embryenartig nennen. Der Embryo ist aber ein schwächstes im Charakter der höchsten Erschöpfung und Reife stehendes Axenorgan mit dem Ansatze einer Gipfelknospe, aus welcher sich das verjüngt aufgehende Axengebilde, also ähnlich wie aus dem Connectiv das Karpell bei Uebergängen in Missbildungen, entwickelt. Daraus ergibt sich somit, dass die Agardh'sche Ansicht, welche schon Kasp. Friedr. Wolf in seiner Generationstheorie andeutete, obwohl sie irrig ist, doch der Wahrheit nicht so ferne liegt, als Manche, wie z. B. Schleiden (s. dess. ges Schrift. S. 93), Kunth u. a. behaupten, da ja auch das Blüthenreceptakel, zumalen wo es wurzelknollenähnlich erscheint, sich der Knospenform nähert und überhaupt die Knospen schon halb der Axenartigkeit angehören. Zudem haben wir im Verlauf unserer Erörterung über die Früchte der Gonatopteriden vielfach nachgewiesen, dass die Sporokarpien mit dem Knospenwesen innigst verwandt sind, woraus folgt, dass auch die Staubgefässe, da sie fast im Wesen von Sporokarpien erscheinen, dem Knospenwesen sehr nahe stehen, ja theilweise,

nämlich in der Anthere, wirklich knospig sind, was auch aus der embryenartigen Erscheinungsweise derselben wie der Equisetaceensporokarpien hervorgeht, indem, wie gesagt, der Embryo ein Axenorgan in grösster Schwäche mit dem Ansatze einer Gipfelknospe ist, aus der sich das verjüngte Axenorgan wie hier das Karpell aus dem Connectiv zu entwickeln beginnt. Muss aber diese Natur des Staubgefässes zugegeben werden, so ist noch klarer, welcher Irrthum es ist, dasselbe als ein Blattorgan zu behandeln, obwohl man es auch *nicht* für eine *axillare* Knospe ausgeben kann, da ja die überdies alternirenden Petalen selbst keine wahren Blätter, sondern phyllodienähnliche leere Staubgefässe sind. Wie daher der axillare Zweig durch erneute Germination und selbstständige verjüngte Ansetzung seiner materiellen Grundlage unabhängig vom Blatt erscheint, nicht aber eine modificirte Umwandlung des Blattes ist, so auch hat das Staubgefäss seine vom Petalum oder Perigon unabhängige eigene Germination und selbstständige freie Erscheinung und ist keine Umwandlung oder sog. Metamorphose aus dem Blattwesen durch Einrollung der Ränder oder dgl., kann daher auch nicht für ein Blattorgan ausgegeben werden. Dennoch wird das Staubgefäss als ein der Reife angehöriges Organ in seiner Expansion wie insbesondere im Connectiv, ja oft auch im Filament wie bei den Monopetalen (sog. corolla monopetala), so wie in der Symmetrie und Vierzahl der loculi der Anthere in die blattähnliche Gestaltung übergeführt, so dass es den *äussern Schein* der Blattartigkeit trägt, wodurch sich die Botaniker täuschen liessen! Ja Schleiden (s. dess. gesammelte Aufsätze S. 93) will sogar behaupten, dass die Stamina darum modificirte Blätter seien,

weil sie *später* erscheinen als die Petala und *höher* an der Axe stehen. Könnte dieses spätere Erscheinen (gesetzt auch es wäre allgemein und bewiesen) ein Grund sein, so würde mit demselben Grunde auch behauptet werden können, dass die Axillarknospe und der Zweig eine Modification des Blattes sei, in dessen Axille er vorkommt. Dies könnte aber kein Botaniker rechtfertigen, obwohl keiner widersprechen kann, dass in vielen Fällen, wie wir es bei dieser Ordnung nachgewiesen haben, vielmehr umgekehrt die Blätter als Modificationen von ursprünglichen Axenorganen erscheinen, also damit auch die *niederen* Organe ihre Metamorphose aus den *höhern* (Blätter aus Zweigen, Petalen aus Staubgefässen) erhalten, aber nicht umgekehrt, wie es die Goethe'sche und Wolf'sche Metamorphosenlehre darstellte.

Viel richtiger würde darum der Zusammenhang der Erscheinungen der niedern und höhern Organe durch eine *Anticipationslehre* dargestellt werden oder, wenn man einen Linné'schen Ausdruck lieber will, durch eine *Prolepsis*, obwohl in *verschiedener* Bedeutung als Linné dieses Wort gebraucht hat. Denn da, um ein Beispiel zur Deutlichkeit zu gebrauchen, das gemeine Axengebilde ursprünglich mit der Fruchterscheinung indifferent ist, so enthält jedes gemeine Axenorgan schon ein Streben, die Fruchtbildung darzustellen oder im allgemeinen Charakter und Wesen der Frucht zu erscheinen. Da es aber auf der niedern Stufe der Pflanze wegen vorherrschender Reife und Aeusserlichkeit und Abhängigkeit von aussen noch nicht möglich ist, das *wahre Ziel und Vorbild*, nach dem die Vegetation in diesem niedern Organ strebt, also die wahre Fruchtbildung zu erreichen, so bleibt das Gebilde

in dem niedersten Zustande, der bei jenem höhern Organe möglich ist, stehen, so dass es nur sich die ganz allgemeinen und entfernt verwandten Eigenschaften jenes höhern Organs sichern und festhalten kann. In diesem Sinn kann es als niederste *Vorbildung*, als *Vorausnehmen* (Anticipation) des allgemeinen Charakters jenes höhern Organs betrachtet werden, so dass jenes *höhere*, wenn es in Wirklichkeit vollkommen erscheint, *desswegen* auch nach dem *äussern Schein* als Uebergang oder als Metamorphose des *niedern* aussieht. Dies hätte die *ächte Wissenschaftlichkeit* nicht irre führen sollen, so dass die grossen *Irrthümer daraus gefolgert* wurden, welche aus der sog. *Blattartigkeit* der *Blüthenorgane* in der seitherigen Botanik hervorgingen. Denn es findet das Umgekehrte Statt, weil das *niedere* die allgemeinen Charaktere des *höhern* schon anticipirt hat und schon eine Annäherung des höhern enthält, da beide eine gemeinsame Grundlage ihrer Lebenserscheinung haben. Demgemäss wollen wir hier auch nur noch beifügen, dass *dasselbe Gesetz* auch vom Verhältnisse der *Blüthentheile (Staubgefässe und Pistille)* selbst gilt. Denn, wie wir schon bei den Moosen und Lycopodiaceen vom zusammengesetztzelligen Sporenbehälter und vor Allem am klarsten von dem *ächt beringten* der Cyatheaceen nachgewiesen haben, erscheint er *karpellartig*. Daraus erhellt, dass also, da aus der Vereinigung dieser Sporenbehälter das Staubgefässorgan in den Cycadeen hervorgeht, die Antherenloculi ursprünglich aus dem Zustande der Karpellartigkeit erscheinen, welche hier (da die Samenknospen und Samen eigentlich Karpelle im niedersten Zustande sind, wie die sog. nakten Samenknospen der Cycadeen beweisen) noch mit der Samenerscheinung

fast indifferent ist, wie schon die Moostheka andeutet. Indem somit die Staubgefässe den Pistillar- und Fruchtcharakter in sich im Allgemeinen *anticipirt* haben und somit gleichsam die niederste Fruchtbildung enthalten, welche bei der in ihnen noch vorherrschenden Reife den wahren Fruchtzustand, der erst in der Ueberreife, der Regermination und vermehrten Reproduktion vollständig zu Stande kommt, noch nicht erlangt, so ist der sog. Uebergang der Staubgefässe in Pistille verständlich als eine völlige Erreichung des Zieles, das sich die Vegetation schon im Staubgefäss *vorgesetzt* und *vorgebildet* hat, aber aus Schwäche und noch zu grosser Einwirkung der äusseren Natur nicht hat erlangen können. Dasselbe Verhältniss besteht beim *elementaren* und *zusammengesetztzelligen Keime* (Pollen und Embryo) aber keine sogen. Befruchtung (!). Darum gehen auch beide Blüthentheile aus der gemeinsamen Grundlage des Receptakels hervor und sind im Allgemeinen auch in äusserer und innerer Erscheinung nach dem Typus des Blüthenreceptakels gebaut und eingerichtet. — Doch wir fahren in unserem eigentlichen Gegenstande fort.

Wie auf der Spitze eines jeden Equisetaceenschaftgliedes einestheils eine Contraktion der Gefässbündel zu einem enger geschlossenen Kreise Statt findet und daselbst der Gehalt in kleinzelligem dichten Mark oder Zellgewebe für die daraus hervorgehende Entwicklung des folgenden Gliedes concentrirt, anderntheils aber der Gehalt in der aufbrechenden Blattscheide gleichsam entäussert und entleert wird, so gibt sich in diesem Gegensatz schon die Wirkung des Eindringens des Lebensprincips der blüthenartigen Erscheinung kund. Denn die Blattscheiden können wie die peripherischen Gebilde des Blüthen-

receptakels, Perigonien, Kelche, Corollen als Blüthenhüllen in vorherrschender Reife und Entäusserung stehend gleichsam wie aufgebrochene entleerte Kapselhüllen (hier Moostheken mit ihren Zähnen) oder Androphoren erscheinen, während die centralen Triebe den Gehalt pistillartig zu verschliessen streben. Da aber ferner auch, wo Zweigwirtel erscheinen, diese mit den Blättchen der Blattscheide alterniren und überhaupt in Annäherung zur Erscheinung der Staubgefässe stehen, so ist dadurch die höhere *blüthenartige* Natur der Schaftgliedvegetation noch deutlicher ausgesprochen. Daher tritt diese Vegetation auf der Spitze in Produktion des Fruchtzapfens in die wirkliche Blüthenerscheinung, welche sie im Allgemeinen schon in den Schaftgliedern anticipirt hat. Wie daher diese Blattscheiden entstehen, ja wie oft auch aus der Concentration der Gefässbündel und des Markgehaltes gegen die Spitze des Gliedes hin Seitentriebe zur Entwicklung von Zweigen abgegeben werden, welche gleichsam wie Staubgefässaxen niederster Stufe erscheinen, so erhält nun auch die Aehre selbst durch Verbindung und Zusammenziehung der Schaftglieder zur Einheit der Spindel, so wie durch seitliche Freilassung der Sporokarpienquirle eine ähnliche pistill- und staubgefässartige Erscheinung. Denn die Sporokarpien selbst haben ihre Entstehung dadurch, dass dieser Vorgang der Lebenserscheinung, welche auf der Spitze der Schaftglieder einkehrt, hier in einem *noch höhern* Grade wirkt, da sie von dem Umfange her und gegen die Spitze hin im Gipfelansatze eben so sehr die Zusammenziehung zur Axe, die Bindung und Einschliessung des Gehaltes durch die Hüllen der Sporenbehälter haben, als die Reife und Expansion im Innern die Aushöhlung der Säckchen und

auf der Spitze selbst die Expansion zur Scheibe bewirkt. Diese kehrt zugleich von der Basis her ein, so dass die Sporensäckchen, die ursprünglich wie die Innenhaut der Mooskapsel *ein ganzes zusammenhängendes* Gebilde sind, ja oft noch an ihrem Grunde in ihren Rändern ineinander fliessen, von einander geschieden sind. So sehr die Reife und Expansion noch in diesen Sporokarpien herrscht, so ist doch die Bindung zum Embryozustand und der Verschliessungstrieb gleich stark, so dass kein wahres Blattwesen mehr ausbrechen und der innere Gehalt nicht der Entäusserung in Blatterscheinung preissgegeben wird. Nur die äusserste keimlose Spitze fällt der Entäusserung anheim. Diese Sporenbehälter werden darum gerade zum Gegentheil von Blattwesen, dass sie ihren Gehalt nicht in Expansion frei lassen, sondern wie Axengebilde durch Bindung im Umfange nach innen zurückhalten. So sehr im Innern dieser Sporenkapseln die Entäusserung in Hüllenbildung und Expansion eingreift und den Gehalt zu zerstören droht, eben so sehr tritt in der Hülle selbst einestheils die Bindung und Festigkeit des Gewebes durch die sich entwickelnde Spiralfaserschicht wie in der Antherenvalvel hervor, anderntheils die Wiederherstellung aus dem Untergange durch Wiederaufgang der Spore mit ihrer Mutterzelle, die als erste Anlage zur Erscheinung des Axengebildes der Samenknospe auftritt, wie die folgende Ordnung zeigt, so dass im Untergange des Axenwesens in Receptakelartigkeit der Sporenhülle zugleich der Keim zum Wiederaufgang desselben gelegt wird. Darum erscheint, weil die Samenknospen der Rhizokarpen aus der Mutterzelle der Spore der Equisetaceen hervorgehen, dieses Sporokarpium auch als die erste

Anlage zu einem Karpell oder Pistill. Ja, dieses geht denn auch in den Rhizokarpen daraus hervor, da das Sporokarp ein Mittelgebilde zwischen Staubgefäss und Karpell ist.

Im Bau der Sporangienvalveln der Equisetaceen sind die *Spiralfaserzellen,* die gewissermaasen den in den erhabenen Leisten der gemeinen Schaftglieder vorspringenden halbkreisförmig erscheinenden Bastbündeln zu entsprechen scheinen, merkwürdig. Sie erscheinen als Mittel der innigern peripherischen Bindung und sind der Faserzellenschicht der Endotheciumzellen der *Antherenvalveln* gleichzustellen, da sie sich schon der Natur der *eigentlichen Gefässe* nähern und dem Reifezustande angehören, so dass sie darum schon einzeln frei als sog. *Schleuderer* in der Frucht der *Lebermoose* vorkommen, ohne hier die Bindung im Gewebe zu erlangen.

Wie wir schon bei den Lycopodiaceen die Merkwürdigkeit hervorgehoben haben, dass die Erscheinung von Gefässpflanzen zuerst im Gewächsreich in der Ordnung der Gonatopteriden durch Wirkung der Herrschaft des Lebensprincips des *Blüthenwesens* einkehrt und also die Entstehung der Gefässe und Gefässbündel mit dem Charakter der auf die Reife im Leben wiedereinkehrenden *erneuten* Ernährung, vermehrten Saftströmung, *Regermination* und *Reproduktion* in innigstem Zusammenhang steht, da auch die Gefässe aus Reihen reifer Zellen hervorgehen, so ist auch das Erscheinen der Faserzellenschichte bei den Sporensäckchen der Equisetaceen und den Antheren der Kotyledoneen überhaupt damit verwandt und somit diesem Blüthenorgan eigen. Wie in den Antheren und Sporokarpien das Blüthenwesen erst beginnt und noch nicht zu der vermehrten

hohen Reproduktion wie im Pistill gelangt ist, so treten hier auch noch nicht die Gebilde der Regermination in demselben hohen Grade auf, so dass also Faserzellen statt Gefässe entstehen, wie auch das Filament so häufig noch keine Gefässe hat. Hier gelangt also die Reproduktion im Innern noch nicht zur Erscheinung von jenen grossen, langen, vielen Fasern und Ringen, welche die Gefässe enthalten, sondern nur zu kleinen Spiralfasern, die also zu denen der eigentlichen Gefässe im Verhältnisse stehen wie das Staubgefäss zum Karpell. Wie daher das Sporokarp der Equisetaceen in die karpellartige Frucht der Rhizokarpen fortschreitet, verschwindet die Faserzellenschicht und Gefässbündel kehren ein. Denn die Faserzellen sind nur verlängerte Zellen, wovon jede eine (bei den Antheren zwei) Spiralfaser einschliesst, so dass sie darum besser Bastfaserzellen genannt würden.

Anstatt der Meinung derer beizupflichten, welche behaupten, die Sporokarpien, Sporensäckchen, Staubgefässe und Antheren entstünden aus Blättern durch innere Aushöhlung und Umwandlung des Blattparenchyms, müssen wir das gerade Gegentheil behaupten, dass es nämlich ursprünglich Axengebilde mit Marksubstanz sind, welche noch der Entwicklung und Expansion der in ihnen herrschenden höheren Reife widerstreben und durch diese erst *allmählig* in Blattexpansion wie alle Axen über dem Receptakel, ja wie selbst die Karpelle und sogar die concentrischen Hüllen oder Rindenlagen, die um die Samenknospe heranwachsen, übergeführt werden. Was aber noch dem Keim- und Embryozustand nahe steht, seinen Gehalt zurückhält und gegen die Entäusserung verschliesst wie die Sporokarpien, das kann

nicht Blattwesen genannt werden, noch geht es aus Blattwesen hervor, da es vielmehr erst in solches *übergeht.* Höchstens könnte man es *Knospen- oder Wurzelknollenwesen* nennen, oder eine zu Blattentwicklung übergehende *knospige Grundlage*, die also ursprünglich dem Systeme der Involution und dem Axenwesen angehört, aus dem sie erzeugt wird, so dass sie erst durch die Entwicklung im Lebensfortschritt zu Blattwesen übergeht, aber ursprünglich noch nicht Blattwesen ist. Daher zeigt uns auch der Fortschritt der Metamorphose in den Rhizokarpen, Farnen u. s. w., dass auf dieser Stufe des Lebens im Equisetaceensporokarp die Grundlage der *innerlich germinirenden Zweigknospe* gelegt wird und dass diese, welche in der ganzen vorausgehenden Lebensgeschichte dieser Klasse und sogar bei den Equisetaceen selbst, wie wir oben in der peripherischen ablegerartigen Entstehung der quirligen Equisetaceen- und Characeenzweiglein nachgewiesen haben, noch nicht erscheinen kann, in den *Rhizokarpen zuerst im Gewächsreich* vorkommt. Das Sporokarp selbst wird daher auch bei den Ophioglosseen und den Laubfarnen durch die in ihm liegende indifferente Grundlage zwischen Staubgefäss- und Pistillnatur immer mehr in die erneute *äussere Germination*, in vermehrte Ernährung, in Sprossen zur vermehrten Produktion und Entwicklung, in *blattartige* Erscheinung oder vielmehr in den blattartig expandirten Zweig übergeführt. Daher ist zwischen der *äussern* Erscheinung eines Sporokarps der Equisetaceen und der vermehrten höhern Produktion des daraus entwikelten Fruchtblattes der Filicinen ein ähnlicher oder noch grösserer Unterschied als zwischen einem Staubgefäss und einem daraus hervorgegangenen Karpell.

Wie bei Missbildungen im Uebergang von Staubgefässen in Karpelle klar ist, geht die Karpellentwicklung von dem Connectivrücken der Anthere aus, welcher zuerst in höherm Grade neu genährt und stärker expandirt wird. Darum entsteht auch die Produktion von Samenknospen auf dem durch solche Metamorphose entstandenen Karpell *zuerst* als *Gipfelansatz* aus den Rändern des umgewandelten Connectivs. Da nun das Connectiv des Sporokarps zugleich fast indifferent mit dem obern Theile eines Karpellknotens erscheint, so ist in diesem Zusammenhang die Produktion der vermehrten Anzahl von Sporenbehältern verständlich, obwohl diese noch nicht wie die Samenknospen beim Karpell oder wie die Sporenbehälter bei Ophioglossum die zweireihige Stellung und das Sprossen im Wesen der fiederschnittigen Blatterscheinung haben können. Denn diese Erhebung ist wie das Sprossen in der Schwäche des Sporokarps als eines im Charakter der Reife erscheinenden Axengebildes erschöpft. Ja in der Pelta ist sogar die Spitze der Expansion preisgegeben.

Darum liegt die Entstehung und Erscheinung der zusammengesetztzelligen Sporenbehälter in demselben Gesetz receptakelartiger Erscheinungsweise, in welchem die peripherische Erscheinung des Sporokarpienquirls selbst erfolgt, so dass auch sie nicht nur peripherisch, sondern auch quirlig stehen. Denn da auf der Spitze eines jeden dieser Wirteläste oder Sporokarpien selbst der hohe Reifegrad mit der peripherischen Reproduktion auftritt, dem der Sporokarpienquirl seine Entstehung verdankt, so muss in diesem Wesen der Reife, indem sie in die Centralität der Axe des Sporokarps von der Spitze her eingreift, eine weitere Dehnung

der Substanz vom *Centrum* her erfolgen. Dadurch wird also nicht nur das Innerste der Spitze gebrochen, so dass sich aus dem peripherischen Material die Sporenbehälter entwickeln, wie die Antherenloculamente neben dem Connectiv oder der Axenspitze erscheinen, sondern, indem das Innerste in Expansion entäussert und das Material seitwärts zur Bildung des Schildchens der Columella ausgedehnt wird, so müssen die Sporenbehälter, die ursprünglich diesem Schildchen als einer aufrechten Axe peripherisch aufsitzen, nun, da das Axengebilde durch die Expansion von innen her in der blattartigen Scheibe sich gleichsam umstürzt und das Innere nach aussen, das Aeussere Peripherische nach unten und innen dem Stiel zukehrt, dadurch auch mit ihren Spitzen abwärts der gemeinsamen Spindel der Fruchtähre zugekehrt werden. Ihre Richtung muss mit der des Trägers des Sporokarps parallel laufen, so dass darum ebenfalls ihre ursprünglich äussere peripherische Linie zur innern neben dem Stiel der Scheibe hinlaufenden wird, an der sie aufspringen. So erscheinen also die Sporenbehälter in sich umgestürzt wie die Spitze der Axe im Schildchen, aus dessen untern Fläche sie hervorgehen, da diese ursprünglich eine obere und peripherische zu sein scheint. Demgemäss springen sie auch ganz normal wie die übrigen Sporangien dieser Kreise wie z. B. bei den Ophioglosseen u. s. w. oder wie bei den Antheren selbst auf, da diese innere aufspringende Linie ursprünglich eine äusserliche peripherische ist. Dieser Zustand der Umstürzung scheint auf eine ähnliche Weise durch die höhere Reife zu erfolgen, als man häufig im höhern Gewächsreich eine Auseinanderweichung der Antherenfächer sieht, wie z. B. die loculi apice

divergentes bei Erica u. a. zeigen. Dennoch steht die Erscheinung des Karpophorums auf einer niederern Stufe als das wahre Connectiv des Staubgefässes, indem es wie bei den *Coniferen* und Cycadeen ein *horizontal* expandirtes Connectiv ist. Denn das Sporokarp erscheint hier noch vorzugsweise im Typus des Blüthenreceptakels mit horizontaler Ausbreitung, während das Staubgefäss im Connectiv schon wieder den Trieb zu erneutem Sprossen und verjüngtem Wachsthum hat, wozu es im Uebergange ins Karpell in noch höherem Grade fortschreitet. Darum hat das Sporokarp wie das Blüthenreceptakel im Allgemeinen die völligste Erschöpfung und Begrenzung des Sprossens auf der Spitze. Dagegen setzt sich beim Staubgefäss über dieser Spitze eine doppelte erneute Produktion wie im Blüthenreceptakel an, eine peripherische oder die der Antherensäckchen mit dem Pollen und eine centrale oder die des Connectivs. Da aber im Sporokarp die Erschöpfung des Sprossens so gross ist, so kann hier weder die peripherische noch die centrale Produktion behauptet werden, so dass die Sporenbehälter auf der untern Fläche des Karpophorums sitzen wie die Lamellen mit der Schlauchschicht bei den Agaricinen und wie die Sporenbehälter auf der Unterfläche des Blattes der Farne. Die centrale Produktion liegt noch so sehr in Reife und Expansion, dass sie sich noch nicht zum wahren Connectiv bilden und als Axe zusammenhalten kann, sondern wie das gemeine Blüthenreceptakel nur die horizontal expandirte Axenspitze des Sporokarps ist. In dieser Erscheinung der Sporenbehälter auf der *Unterfläche* des blattartig expandirten Organs ist darum eine verschiedene Idee des Lebens ausge-

drückt und das ganz entgegengesetzte Lebensmoment angedeutet als in der Anthere mit Connectiv und in der Produktion aus dem Blüthenreceptakel selbst liegt. Denn der Charakter der Erscheinung des Equisetaceensporokarps deutet an, dass die Reife im Innern und oben noch vorherrscht und das Ansetzen des erneuten Gipfeltriebs noch nicht einkehrt, so dass die Hauptproduktion nur *unterhalb* der Spitze vor sich geht, da sie durch die Regermination abwärts gezogen wird. Diese Erscheinung entspricht daher dem allgemeinen Lebenscharakter und Princip dieser Ordnung so wie dem der Coniferen vollkommen, da die Centralität, wie sie sich sammelt, wieder in Seitentriebe zerlegt und entkräftet wird, so dass darum auch keine wahren innerlich germinirende Knospen sich ansetzen können. Denn hier herrscht noch die Schwebe zwischen Receptakel- und Blüthenwesen, zwischen höchster Reife und Regermination, welche letztere mit ihrer vermehrten Reproduktion noch nicht vollständig durchdringen und herrschen kann, so dass darum die Reife noch überwiegt. Das Receptakelwesen geht, wie hier in den Moosen, so den Coniferen in den Artokarpeen voraus. Wie sich daher die Vegetation aus der Receptakelnatur, in der die höchste Reife herrscht, zum Aufsprossen der Blüthen erhebt, so sinkt sie auch sogleich wieder in die Receptakelartigkeit und Erschöpfung durch Vorherrschen des Reifemoments zurück, so dass die centrale Produktion leidet und nur die peripherische und horizontale, somit auch auf noch niederer Stufe nur die abwärtsgehende Produktion erscheinen kann. So oft sich die Centralität in der Spindel der Fruchtähre der Equisetaceen erhebt, wird sie wieder im Sporokarpienquirl entkräftet und, so oft

der centrale Stamm der Coniferen aufsprosst und zur Einheit der Spitze strebt, wird er wieder in die Vielheit der quirlig stehenden Zweige, welche gleichfalls die horizontale Richtung haben, aus seiner Centralität und Einheit herausgerissen. In demselben Lebensmoment steht auch die Erscheinung der Sporenbehälter auf der Unterfläche des Karpophorums. Dies ist also *dasselbe* Lebensmoment, welches bei jedem Blüthenreceptakel der Kotyledoneen zur ersten Zeit seines Fortschrittes zur Blüthenproduktion einkehrt, indem es zu dieser Zeit nur erst die peripherische Produktion der Staubgefässe im Werk hat, der die Produktion des Gipfelansatzes in verjüngter Erscheinung oder das Pistill erst später nachfolgt. Dass aber die peripherische Produktion des Blüthenreceptakels die frühere, vorzugsweise der Reife angehörige, ist, und somit auch meist niedriger steht, obgleich sie dem Raum nach, wie z. B. bei den Syngenesisten, dem Fruchtboden der Artokarpeen u. a., oft höher zu stehen scheint, davon kann man sich leicht durch Anschauung solcher Beispiele überzeugen. Sie gehört darum auch noch einer niederern Stufe der Vegetation als die centrale an. Erst wo beide Gegentriebe von einander gegenseitig durchdrungen sind und doch jeder sich selbstständig wie in den Blüthen behaupten kann, ist dieser Zwist beider gegeneinander beruhigt, wie bei den Bäumen, in welchen die Aeste eben so sehr als Hauptaxen erscheinen. Dasselbe ist im Connectiv mit den Antherenloculamenten ausgedrückt, da beide *ein* organisches Ganze ausmachen und die peripherische Produktion eben so sehr zur Centralität und Einheit im Charakter der Axenartigkeit zusammenstrebt als das Connectiv, obwohl es im Vergleich mit dem Fila-

ment eine in Verjüngung erscheinende vermehrt genährte Axe ist, doch in seiner Expansion vom wahren Charakter des Axenwesens verloren hat und dem Entäusserungstrieb der Reife nachgiebig geworden ist. So können beide Theile wie Blüthen zugleich erscheinen, was beim Sporokarp der Equisetaceen noch nicht geschehen kann. Wie das Staubgefäss im Vergleich mit dem Sporokarp der Equisetaceen eine höhere Reife und Erschöpfung hat, so hat es auch dagegen die Reaction zur Herstellung höherer Innerlichkeit, Verschlossenheit und Wiederernährung erlangt, welche das Sporokarp nicht hat, indem in ihm die herrschende Reife, die in die Spitze dringt, die Axenerscheinung, welche die Anthere im Connectiv und der Einheit der Loculamente erreicht, nicht zu Stande kommen lässt. In der Anthere durchdringen sich daher gegenseitig Reife und Regermination gleichmässig, während beim Sporokarp wie beim allgemeinen Blüthenreceptakel die Reife und Expansion weit vorherrscht. So sehr bei der Anthere die Reife ins Innerste eingreift und die Einheit des Gebildes, wie in dem Sporokarp, in die Vielheit zu trennen, die Axe zu expandiren, zu öffnen und umzustürzen droht, so hält ihr dennoch die innere Regermination, die erneute Bindung und verjüngte Produktion im Innern das Gleichgewicht, so dass das Gebilde nicht zerlegt und aufgebrochen werden kann, wie hier, da es dem Aufbruch eben so grosse Kraft der Innerlichkeit und Wiederverschliessung entgegensetzen kann.

In diesem Zustande nähert sich darum das Sporokarp der Equisetaceen dem Inhalt der Mooskapsel oder erscheint im Typus der Columella mit der Innenhaut und dem Sporengehalt derselben. Dies

entspricht vollkommen dem Fortschritt der Lebensgeschichte auf dieser Stufe. Denn da die Mooskapsel ein pistillartig geschlossenes Blüthenreceptakel ist, somit Frucht und Blüthenreceptakel hier noch in ein einziges Gebilde zusammenfallen, so sind auch die Produktionen aus denselben also die Staubgefässe des Blüthenreceptakels und die Embryen aus der Frucht hier noch indifferent. Wie wir darum schon die Mooskapsel als eine einsamige Frucht und den schwachen Axenansatz der Columella als einen Embryo bezeichnet haben, so sind auch die Sporokarpien des Fruchtzapfens wie die Staubgefässe der kotyledoneischen Pflanzen gleichsam offene und ohne Samenschalen erscheinende *embryenartige* Axengebilde. Hinsichtlich ihrer Natur als Staubgefässe erscheint die Grundlage ihrer Produktion als Blüthenreceptakel und hinsichtlich ihrer Natur als Embryen erscheint diese als Frucht. Denn auch das phanerogame Blüthenreceptakel ist eine offene Frucht, welche die Staubgefässe als unverhüllte *Embryen* producirt. Dieses sind aber Axengebilde im Zustand der Reife mit einer Gipfelknospe, aus der sich durch Regermination das höhere Axengebilde, das Karpell, entwickelt, ein Zustand und Charakter, der den Embryen eigen ist, wie insbesondere die Rhizokarpen belehren werden. Diese Gipfelknospe ist beim Staubgefäss das Connectiv. Allein das Sporokarp steht noch auf einer niederern Stufe und hat diesen Ansatz der Gipfelknospe für Entwicklung des höhern Axenorgans oder des Karpells noch nicht, da in ihm die Reife auch noch im Connectiv vorherrscht und die Verjüngung und Regermination desselben in erneutem Sprossen noch nicht erscheint. Denn wie die Mooscolumella als ein erster Embryo erscheint so kann das

Sporokarp auch nur in diesem Typus vorherrschender Reife vorkommen. Diese Sporokarpien als Embryen müssen daher auch den niedersten Embryenzustand des Gewächsreichs haben, somit den der Embryen der Akotylen, wo dergleichen wie z. B. bei den Rhizokarpen vorkommen, und den der niedersten Monokotylen enthalten. In dieser Hinsicht ist zu bemerken, dass 1) auch diese Embryen noch keine Gipfelknospen haben wie die Embryen von Pilularia und Salvinia der Rhizokarpen insbesondere zeigen, da bei diesen die Knöspchen, aus welchen der eigentliche Stengel sich entwickelt, *seitlich* am Embryo hervorkommen und zwar nahe unterhalb der expandirten Spitze und dass 2) auch diese Embryen wie z. B. bei Salvinia, bei den Gräsern u. a. die Spitze zu einer horizontal ausgebreiteten Scheibe oder einem Schildchen entwickelt haben, welches die Stelle des Kotyledon vertritt.

Da das Innere des Sporenbehälters gleichsam ein Particularblüthenreceptakel ist, so geht in dessen innerem Raume, ähnlich wie bei andern Sporenbehältern, die Produktion der *Mutterzellen der Sporen* hervor, die anfangs mit einer Masse polyedrischen Zellgewebes das Kapselchen ausfüllen, wie überhaupt aus der innern Receptakelfläche die Germination für die höhere Vegetation der Fortpflanzungsgeschichte ausbricht. Jede Mutterzelle entwickelt aus einem Cytoblasten nur eine einzige kugelige grünliche Spore. Darin stimmt also die Produktion mit der Blüthenerscheinung der Characeen überein, dass sie im erschöpften Zustande mit einer Spore beginnt. Diese ist jedoch darum bei den Characeen noch im Verhältnisse zu den Sporen der übrigen Cryptogamen sehr gross. Diese Grösse hat zwar die Spore der

Equisetaceen nicht mehr. Dagegen ist aber hier die Produktion im Umfang einestheils darin fortgeschritten, dass die Mutterzellen im Gewebe der Sporangienhüllen liegen, also die Spore nicht mehr die Aeusserlichkeit und Vereinzelung wie in den Characeen hat, anderntheils darin, dass die Mutterzelle der Spore nach H. v. Mohls Untersuchungen (s. Flora 1833 S. 45 und dess. vermischte Schrift. S. 72 und 96), welche von Schleiden (Grundz. d. wissensch. Bot. S. 91) bestätigt wurden, nicht wie die Mutterzellen der Sporen anderer Akotylen aufgelöst und resorbirt wird, sondern dass sie in Resten von spiralförmig gewundenen Bändern übrig bleibt. Diese umwickeln die Spore vor der Reife als sog. *Springfäden* oder *Schleuderer* (elateres, fila elastica) und haben grosse hygroskopische und elastische Eigenschaft. Diese innerlich nicht hohlen Spiralbänder werden in der Zahl *zwei* und an beiden Enden spatelig verdickt und sich kreuzend bezeichnet. Nach Schleiden bedecken sie anfänglich die innere Wand der Mutterzelle vollständig und sind an den Enden abgerundet und verbreitert, so dass sie hier fest ineinanderschliessen. Allmählig werden durch Ausdehnung der Mutterzelle die Windungen etwas entfernt.

Allein es sind wohl nicht zwei. Auch kreuzen sie sich nicht am Anheftungspunkt, sondern liegen neben einander. Vielmehr sind es *vier*, die im Charakter des Tetrasporischen erscheinen, und am Anheftungspunkt, wo die Berührung am innigsten ist, in der Basis der Mutterzelle nach verschmolzen. Wir möchten sie in Analogie stellen mit den *fünf Spiralbändern*, welche die Spore der *Characeen* (Characeensame) umwickeln und gleichfalls an den Spitzen

spatelförmige Verdickungen haben, womit sie das sog. Krönchen der Characeenspore bilden. Dass sich diese Spiralbänder zu je zwei nach den entgegengesetzten Enden der Spore anlegen und nicht wie ein Krönchen vereint bleiben, kommt wie die Grösse ihrer Windungen von der Kleinheit der Spore her. Wahrscheinlich gehören diese Spiralbänder ursprünglich dem Bastgewebe (tela fibrosa) an, das mit seinen langgestreckten parallelgelagerten, am einen Ende spitzen, am andern spindelig verdickten Zellen in Bündeln bei dieser Familie auf dem Umfang ihrer Pflanzen überhaupt vorherrscht. Ohnehin verschwindet auch bei diesen oft durch die Verdickung der Wände das Lumen, so wie diese Spiralbänder gleichfalls innen nicht hohl sind.

Die *Spore* hat zwei Häute wie die Sporen aller cryptogamen Gefässpflanzen, wovon die äussere hier jedoch durch grosse Derbheit ausgezeichnet, die innere sehr zart ist.

Damit hat nicht nur die einzelne Spore, sondern der ganze Apparat ihrer Erzeugung mit den vier Spiralbändern unverkennbar den allgemeinen Charakter, welcher oben in der Vegetationsweise der Equisetaceen dargestellt wurde und der in den Characeen schon einkehrt. Innerlich herrscht der Entäusserungszustand, die Erschöpfung und Schwäche der Produktion durch das Uebermaas der Reife, so dass in der Mutterzelle nur das Minimum, also nur eine einzige Spore erzeugt werden kann. Peripherisch herrscht aber nicht nur der Ansatz zu der in demselben Maase wieder neu vermehrten Produktion in den Spiralbändern oder Schleuderern, gleichviel woher sie entstanden sind, sondern eben dadurch auch der andauerndere innigere Bindungs-, Verhül-

lungs- und Erhaltungstrieb als Reaction gegen den nahenden Untergang im Entäusserungszustand des Innern.

Da nun aber diese im Lebensprincip des Blüthenwesens *beginnende Differenzirung* im centralen und peripherischen Gegensatz der Produktion in der *folgenden* Familie der *Rhizokarpen* noch mehr gesteigert wird, so dass also der Inhalt der Mutterzelle, der hier schon auf das Minimum reducirt ist, in den noch höhern Reife- und Entäusserungszustand geräth, so kann im Uebermaas dieser höhern Reife die Spore nicht einmal mehr ihren Abschluss im Embryozustand und ihre Hülle erreichen, sondern muss dadurch schon ursprünglich in die Ueberreife oder den *pistillartigen* Regerminationszustand übergeführt werden, so dass diese Centralzelle schon ursprünglich als ein in Ueberreife *innerlich* keimender Sporenschlauch, *Embryosack* genannt, erscheinen muss. Und wird in noch grösserer peripherischer Reaction, als in den vier Spiralbändern geschieht, nach dem allgemeinen Lebensprincip der Erscheinungen dieser Stufe auf dem Umfange die Produktion und Hüllenbildung reichlicher gefördert, so muss eine noch üppigere Umhüllung der Centralität eintreten. Durch diese Metamorphose geht das Gebilde der *Samenknospe*, auch *Pflanzenei* genannt, bei den Rhizokarpen aus der Spore mit ihrer Mutterzelle (wenigstens der central im Sporangium erscheinenden Mutterzelle) hervor, die daher bei den ersten auf dem Eingang der Familie erscheinenden Gattungen der Rhizokarpen in der Mitte der Pollinargebilde vorkommt. Die centrale in einem Zellenentwicklungsprocess (obwohl *hier noch nicht*) germinirende überreife Zelle ist der Embryosack, welcher vom Nucleus und den heranwachsenden Samen-

knospenhüllen umschlossen wird. Aus der Vermehrung und Verwebung der sich im Umfange, wie schon in den Schleuderern, ansetzenden erneuten Produktion scheint auch das *Eisäckchen* oder das *Pistillchen* der Rhizokarpen hervorzugehen, das hier nur *eine* Samenknospe enthält. Somit sehen wir hier aus dem schwachen Ansatze des Axengebildes in der Mutterzelle mit der Spore ein volleres Axengebilde als Pistill durch Regermination *innerlich* hervorgehen wie aus der schwachen Sporenfrucht der Characeen die *äusserliche* Erscheinung bei den Equisetaceen hervorging oder wie die Schleuderer der Lebermoosfrucht ein materieller Ansatz sind, dem die Produktion des Mittelsäulchens nachfolgt.

Die Entstehung und Bildung des *Vorkeims* oder *Proëmbryo's* aus der Keimung der Sporenzelle von Equisetum ist schon sehr gründlich von Vaucher (s. Mém. d. mus. d'hist. nat. vol. X) und noch genauer von Bischoff (s. dess. Werk über die kryptogam. Gewächse) beobachtet und beschrieben worden. Die Zelle dehnt sich in einen etwas langen Schlauch aus, der an seinem obern Ende allmählig in Zellenentwicklung und Vermehrung zu einer flach ausgebreiteten, anfangs einfachen Zellenlage fortschreitet, die am Rande lappig zertheilt ist. Dieses Lager, das aus einer Masse von dichtgedrängten kleinen Zellchen besteht, zieht sich bald etwas mehr halbkugelig polsterförmig zusammen und nach unten dehnen sich einzelne Zellen in zarte ungegliederte Fäden als Haftfasern aus. Aus einem Punkt etwa in der Mitte des Lagers erhebt sich ein *Wurzelknöllchen* aus innigst concentrirtem Zellgewebe, ein kleines knotenartiges Gebilde, welches sich nach oben zu einem Schafte, nach unten zu einer starken

mit vielen Wurzelhärchen besetzten Wurzelzaser entwickelt. Meist *bilden* sich aber in einem Vorkeim mehrere Wurzelknöllchen und darum auch mehrere aufsteigende Schäfte mit absteigenden Wurzelzasern. Bald darauf stirbt das thallusartige Proëmbryengebilde ab.

c. Grundzüge der Lebens- und Entwicklungsgeschichte der zweiten Unterordnung in zwei Familien oder die Vermehrungsgeschichte in dieser sechsten Ordnung der ersten Klasse.

> Eine *animalische* Fortpflanzung auf *vegetativem* Körper kann nur der für vereinbar halten, welcher einen wahren Menschenkopf auf einen bestialischen Rumpf zu setzen keine Scheu trägt.
>
> Schelver (Lebens- und Formg. d. Pflanzenwelt S. 267).

Vierte Familie der sechsten Ordnung.

Die Rhizokarpen (Hydropterides *Willd.*, Rhizocarpae *Batsch*, Rhizospermae *Roth*, Rhizopterides *Mart.*, Wurzelfarne, Wurzelfrüchtler, Wasserfarne, Marsileaceæ *R. Br.*)

Gattungen: Marsilea L. (Lemma *Juss.*), Pilularia L., Salvinia *Micheli*, Azolla *Lam.*

1) *Allgemeiner Charakter.*

Krautige kleine Wasserpflanzen in allen Climaten, auf der Oberfläche des Wassers schwimmend (Salvinia, Azolla) oder am feuchten sumpfigen Bo-

den befestigt und ausläuferartig kriechend (Marsilea, Pilularia). Der dünne, innerlich von Luftcanälen, einem Markkanal und einem centralen Gefässcylinder durchzogene Stengel ist ästig und treibt seiner ganzen Länge nach auf der untern Seite Wurzelzasern, die bald zerstreut bald büschelig stehen. Blätter wechselständig, seltener gegenständig, gestielt oder aufsitzend, einfach borstig lanzettlich oder zusammengesetzt fingerig mit 4 Blättchen auf der Spitze des Stiels. Eigentliche Knospen ohne Knospenschuppen entwickeln sich zu Zweigen, sind entweder gipfelständig oder neben den Blättern ausserblattwinkelständig, seltener gegenständig. Fruchtstand bald zwischen den Wurzelzasern (Salvinia) bald auf dem Blattstiel (Marsilea), bald in den Blattwinkeln (Pilularia). Fruchtkapseln (Blüthenreceptakel) kugelig oder eiförmig mit lederartiger Hülle bald alle von gleicher Beschaffenheit bald von zweierlei Art auf demselben Individuum. Die von einerlei Art sind in Fächer getheilt 2 — 4fächerig durch zarthäutige Längsscheidewände oder vielfächerig durch zarthäutige Querscheidewände, springen bald nicht, bald in Klappen auf. Sie enthalten theils Säckchen mit Pollenkörnern, theils Eisäckchen, wovon in jedem eine Samenknospe eingeschlossen ist. Die Entwicklung des Pollenschlauchs zum zusammengesetztzelligen Embryo geschieht in der Samenknospe erst nach der Trennung beider von der Mutterpflanze. Bei den Blüthenhüllen von zweierlei Art sind beide Hüllen einfächerig. Die eine enthält an einem Mittelsäulchen eckige kantige Säckchen mit Pollenkörnern, die andere fast eiförmige Säckchen mit je einer Samenknospe.

2) *Morphologische Entwicklungsgeschichte*

Dass die *Rhizokarpen* von jeher der systematischen und physiologischen Botanik sehr grosse Schwierigkeiten darboten, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man die Lehrbücher, die darüber handeln, auch nur flüchtig vergleicht. Unter den Neueren hat sie Schleiden für ein Mittelglied zwischen den Kryptogamen und Phanerogamen gehalten und wegen des Auftretens der zweierlei Blüthentheile in ihnen an den Anfang seiner sog. Geschlechtspflanzen gestellt. Bei Bartling stehen sie zunächst *vor* den Farnkräutern. Endlicher, welcher sie wie Bartling in *zwei Ordnungen* (zwei *Familien* nach Roeper u. a.), nämlich die *Salviniaceen* und *Marsileaceen* theilt, führt sie *nach* den Farnkräutern auf und bemerkt dazu: „Salviniaceæ hepaticas aquaticas habitu mirabiliter revocantes et quoad partium fructificationis naturam maximopere dubiæ, iterum iterumque in examen sumendæ." Perleb (s. dess. Clavis classium etc. regni veget. p. 10) hat die Rhizokarpen mit den Equisetaceen in eine Ordnung unter dem Namen thylacopterides vereinigt und lässt sie auf die Farnkräuter folgen, so dass sie die *Spitze der Kryptogamen* einnehmen. Im Allgemeinen ist das Studium derselben zumal in Rücksicht der so grossen Wichtigkeit und Bedeutung dieser Familie noch sehr dürftig und lässt noch viele Aufschlüsse wünschen. Mit Recht schreibt daher auch Roeper (zur Flora Mecklenb. I S. 154): „Selbst wenn Karl Mueller's und Schleiden's höchst wichtige, die Fortpflanzung der Glieder dieser Familie betreffenden Beobachtungen in allen Stücken und bei allen Gattungen sollten bestätigt werden, — was zu erwarten ist, — so bleiben noch so viele

morphologische Räthsel an den *Rhizokarpen* übrig, dass sie wohl noch lange den Scharfsinn der Botaniker beschäftigen können."

Wir glauben daher hinsichtlich dieses Versuches, einen Theil dieser Räthsel zu lösen, billige Nachsicht in Anspruch nehmen zu dürfen.

Obwohl die *Rhizokarpen* im Habitus und Charakter ihrer äussern Erscheinungen eine so sehr grosse Verschiedenheit von den *Equisetaceen* zeigen, so erfolgen dennoch jene ganz einfach und naturgemäss unmittelbar aus der Entwicklung dieser, wenn man, wie es das Naturgesetz der Entwicklungsgeschichte im Wechsel des Lebens auf dieser Stufe erheischt, den Fortschritt und Uebergang von der Metamorphose und *Entwicklung der knospigen Keimgrundlage* und des *Embryozustandes des Equisetaceenfruchtzapfens* aus verfolgt.

In unserer Darstellung der *Equisetaceen* haben wir nachgewiesen, dass im Gegensatze gegen den Entäusserungszustand der im Uebermaas von Reife erscheinenden proliferirenden Schaftglieder endlich auf der Spitze der fruchtbaren Schäfte der *umgekehrte* Zustand der Vegetation in der Erscheinung des *Fruchtzapfens* erfolgt. Hier tritt nämlich gegen die Entäusserung der Reife und Scheidungsmacht die Bindung und Verhüllung, gegen die Vereinzelung und Vielheit der Prolification der sich successive folgenden Glieder die Concentration zur Gemeinschaft und Einheit der Axenbildung hervor, um statt der Zerstückelung in Glieder und Absätze den erhöhten innerlichen organischen Zusammenhang und Gehalt herzustellen. In diesem *Fruchtzapfen* wird die *Grundlage* zu einer *innerlichen knospigen Keimfülle* für die *Entwicklungsgeschichte* auf der *nach-*

folgenden Lebensstufe, nämlich für die *Vermehrungsgeschichte* der Erscheinungen in der Familie der *Rhizokarpen* gesichert.

Die *Rhizokarpen* erscheinen daher ursprünglich im Ganzen wie in ihren einzelnen Gebilden als eine höhere Entwicklung der Vegetation des Fruchtzapfens der *Equisetaceen* durch *erneute Germination* dieser Keimgrundlage wie das *Pistill* aus der Metamorphose der *Staubgefässe* oft hervorgeht. Denn da in Folge des in dieser Ordnung herrschenden Lebensprincips die Vegetation *zwischen* dem Blüthenwesen also *zwischen* der Reife und dem Embryozustand der Antherenerscheinung und zwischen der Ueberreife und vermehrten Reproduktion des Pistills schwebt, so kann sie mit Leichtigkeit vom ersten dieser Zustände in den andern übergehen, so dass damit das Fruchtwesen der Equisetaceen fast nur erst den Zustand ruhender Knospen des höhern Gewächsreichs erlangt, wovon die Geschichte der folgenden Familien noch auffallendere Beispiele aufweisen wird. Nachdem der Ansatz der körperlichen Grundlage und die Bereitung des Materials und Gehalts für die folgende Entwicklung im Fruchtzapfen am Ziel der Equisetaceenvegetation erreicht ist, so kann die Vegetation aus dieser ihrer innern knospigen Fülle wieder für die äussere Entwicklung bei den Rhizokarpen abgeben. Denn sie hat sich bei dem innerlichen Ueberfluss des Vorrathes zugleich den Erhaltungstrieb in höherer peripherischer Bindung des Axengebildes durch den in ihr einkehrenden Embryozustand angeeignet. Darum kann sie die äussere Abhängigkeit und Verlockung durch die Reize der äussern Mächte zur Entwick-

lung in ihre Vermehrungsgeschichte hier zulassen, da ihr Bestand gesichert ist.

Schon in den *Lycopodiaceen* war die Vegetation auf dem Wege, dieses Ziel vermehrter materieller Grundlage für die höhere Entwicklung und reichere Produktion zu erstreben. Allein dort herrschte noch die Reife und Entäusserung *so sehr* vor, dass diese höhere *knospige* Innerlichkeit nicht behauptet werden konnte. Denn überblicken wir, um den Grund dieses Fortschrittes tiefer zu erfassen, noch einmal in möglicher Kürze die Metamorphose des Blüthenwesens von der *Mooskapsel* aus im Zusammenhang durch die aufeinander folgenden Familien, so zeigt sich die *Mooskapsel* als ein höchst reifes und, indem das Operculum abgenommen ist, in sich schon ursprünglich nach oben in der Mündung offenes *androphorenartiges Fructificationsgebilde.* Die Reife der Mooskapsel geht noch *über* die des Androphorums der Kotyledoneen. Denn dieses hat noch wie z. B. die Corolla monopetala in seinen Antheren den Gehalt der Keimgrundlage und verjüngten Produktion. Allein die Mooskapsel hat diesen Gehalt schon aus sich in dem gemeisamen innern Raume ausgesät. Die Sporen kommen hier nicht in besondern Antherensäckchen eingeschlossen vor, wovon ja hier nur Rudimente als Zähne des Mündungsbesatzes sich finden, welche ohnehin gleichsam wie schon ursprünglich in Reife aufgesprungen erscheinen.

Wie überhaupt auf die Reife in dem Verstäubungsmoment unmittelbar die Regermination und vermehrte Reproduktion in der verjüngten Erscheinung des Pistills nachfolgt, so kehrt auch in der Mooskapsel nicht nur die höchste Reife ein, indem sie selbst in sich zerfällt, sondern es ist damit auch

die Reaction zur erneuten Germination und Vermehrung der Produktion zugleich, wie im Fortschritt aus den Staubgefässen in die Metamorphose zu Karpellen. Obwohl daher die sog. Braktee der Lycopodiaceen mit dem ihr aufsitzenden Kapselchen der Erscheinung eines Petalums mit einer ihm aufsitzenden Anthere (die jedoch hier nur ein Loculament hätte) entspricht, so ist dieses dennoch nur zum Theil so. Denn das Ergebniss ist vielmehr eben so sehr ein Uebergang in die *Fruchtartigkeit*, wie ja auch das Kapselchen einem Karpell oben verglichen wurde, ja bei den sog. grosskeimigen Sporenbehältern einem wahren Karpell ganz nahe steht. Die Mittelrippe der sog. Braktee mit dem Stielchen, wo eines vorhanden ist, erscheint als receptakelartiges Axenorgan als Spathelle oder Perianthium, auf dessen Spitze sich einestheils ein Knötchen als Frucht oder erneuter Gipfeltrieb ansetzt, anderntheils ein expandirtes Blättchen als Blüthenhüllblättchen erscheint. So schwebt diese Erscheinung der Lycopodiaceenkapselchen zwar in der *Mitte* zwischen Staubgefäss- und Fruchtnatur. Allein da dennoch auf dieser Stufe noch die Reife und Entäusserung vorherrscht und das Fruchtgebilde der Lycopodiaceen, obgleich es durch Regermination im Charakter der Fruchterscheinung entsteht, dennoch in die niedere Vegetation der Staubgefässerscheinung zurücksinkt, worin die Reife und Zersetzung überwiegt, so kann der volle Gegensatz gegen die Verstäubung oder die höhere wahrhaft pistillartige Innerlichkeit und die *wahre* Fruchtbildung hier noch nicht erreicht werden. Darum kann auch das Ziel der Produktion beider differenten selbstständigen Blüthentheile und der ihnen entsprechenden Produkte der Differenzirung

in der niedern Vegetation, bei den *Lycopodiaceen*, noch nicht wie bei den *Rhizokarpen* erreicht werden. Vielmehr geht die Lycopodiaceenvegetation, da sie von dem Verstäubungsmoment und der Reife ganz durchdrungen ist bis auf die Keimgrundlage für die erneute Germination unter. Da aber diese erneute Germination schon die Wirkung des höhern blüthenartigen Lebensmomentes mit seinen Gegensätzen erfährt, so dass dem Entäusserungstrieb der gleich starke Erhaltungstrieb, der Auflösung in Reife die Bindung widerstrebt, so ist verständlich, wie in Folge des auf der Peripherie überwiegend gewordenen knospigen Verhüllungstriebs auch die innerliche verjüngte materielle Anlage des Knospenwesens, durch den höhern Erhaltungstrieb gesichert, in vollerem reichlicherem Maase bei den Equisetaceen und Rhizokarpen als bei den Moosen und Lycopodiaceen einkehren kann. Eine solche feste Haut im Umfange und eine solche Einhüllung durch die Blattscheiden, wie die Equisetaceen haben, kommt bei den Moosen und Lycopodiaceen nicht vor. Wir möchten dahin selbst die Faserzellenschicht der Sporensäckchen des Equisetaceensporokarps rechnen, da sie eine viel festere dichtere Hülle bildet als die Lycopodiaceenkapsel aufzuweisen hat. Ja, wenn die Natur der Blattscheide als einer Blüthenhülle in Betracht kommt, so findet sich hier die merkwürdige Erscheinung, dass *viele* Blüthenhüllen, obwohl noch übereinander aufgesetzt und einander noch nicht umfassend und einschliesend vorkommen, eben so wie im Fruchtzapfen viele Sporokarpienkränze der Vermehrung der Blüthenhüllen entsprechend über- und aneinander zusammengedrängt erscheinen. Würden alle die Axenstücke tiefer in einandergreifen, so würden

sie einander umfassen und decken und es entstünde eine fortgesetzte ähnliche innige Einschachtelung der Axenstücke mit ihren peripherischen Hüllen, welche wir in der Moosfrucht von der Calyptra an bis zur Columella nachgewiesen haben. Aber auch der wirkliche Zustand dieser Erscheinung zeigt hinlänglich den Werth dieser Einrichtung für die Anlage und Vermehrung des innern Gehaltes und der Keimgrundlage für die folgenden Entwicklungen, obgleich auch dieser Gehalt in der Erscheinung der Sporokarpien nicht die wahre volle Innerlichkeit und centrale Verschlossenheit bewahrt, sondern auf die Spitze des Fruchtschaftes hervorgehoben wird.

Da aber bei der höhern Kraft des Erhaltungs- und Bindungstriebes die wiederhergestellte Vegetation dieser Kreise schon in der ersten erneuten fast noch elementaren Anlage bei den *Characeen pistillartig* wird und diese Innerlichkeit bei den *Equisetaceen* noch zunimmt, so ist klar, dass daraus nicht nur die Vermehrungsgeschichte überhaupt, sondern auch die Innerlichkeit der Gebilde einkehren und dass aus solcher *pistillartigen* Grundlage auch die innerlichen *Samenknospen* bei den *Rhizokarpen* hervorgehen können. Eben so können darum die den Pistillen und Samenknospen auf niederer Stufe entsprechenden Zweigknospen und andere Gebilde mit vorherrschender Innerlichkeit hier zuerst erscheinen, während dergleichen in der bisherigen und nächstfolgenden Vegetation nicht vorkommen.

Dieses Resultat wird durch die *Entwicklung* der *knospigen Anlage* der *Equisetaceenvegetation* und insbesondere durch die Regermination und Umwandlung des concentrirten erneuten Gehaltes und der materiellen Keimgrundlage des *Fruchtzapfens* mit

seinen *Sporokarpien* erreicht. Denn wie schon die Vegetation des fruchtbaren Schaftes der Equisetaceen in die Gegensätze des Knospenwesens, in Reife und Ansatz erneuter Keimfülle fortgeschritten ist, da die gemeinen Schaftglieder dem Lebensmoment von Knospenhüllen und der Fruchtzapfen dem von knospigem Gehalte vorzugsweise angehören, so wird diese schon in der ganzen Equisetaceenvegetation, wie in einzelnen Gebilden derselben, *beginnende* Differenzirung im Fortschritt zu den Rhizokarpen einestheils noch mehr gesteigert, so dass die eigentliche Entwicklung aus der knospigen Grundlage hervorgeht. Anderntheils kann die Entwicklungskraft um so mächtiger wirken, da der materielle Ueberfluss, welcher dem Lebensmoment der Reife zufällt, wie beim Entwickeln alles Knospenwesens die Knospenhüllen (hier die gemeinen Schaftglieder mit ihren Blattscheiden) abgeworfen werden, beseitigt ist und die *Rhizokarpenvegetation* nur aus der knospigen Grundlage des Gehaltes des *Equisetaceenfruchtzapfens* mit *seinen Sporokarpien* hervorgeht.

In dem Fortschritt der Entwicklung der *Equisetaceen* in die *Rhizokarpen* wird vor Allem darum ein hoher *Zwist* der beiden höchsten Gegentriebe von Erhaltung und Entäusserung, von Verkörperung und Entkörperung oder von Reife und Regermination in den *Rhizokarpen* herrschend, der sich in der Metamorphose durch *Differenzirung* aller Gebilde kund gibt, die im Equisetaceenfruchtzapfen noch mehr oder weniger in der *Schwebe und Indifferenz* stehen. Damit tritt die Vegetation in die Herrschaft des *zweiten* allgemeinen Lebensabschnittes, in die Erscheinungen der *Selbstständigkeit und Wider-*

setzlichkeit der Lebenstriebe, woraus *ihre Vermehrungsgeschichte* erfolgt. Da in diesem Lebensprincip der Entzweiung die *Gegensätze* zwischen der Produktion des ersten und zweiten Lebensabschnittes der Vegetation, zwischen Ansatz zur Körperlichkeit und Entäusserung, zwischen Reife in Blattwesen und Reproduktion in Knospen- und Zweigwesen, vorzugsweise rege werden, so ist damit die Vegetation nicht nur zu einem etwas *grössern Kreis* von *Gattungen* als in den andern Familien *dieser* Ordnung, worin bisweilen, wie in den *Equisetaceen* und *Isoëteen*, nur *ein* Genus die Familie ausmacht, sondern auch zu vermehrter Produktion und erneutem Wachsthum der Pflanzen im Ganzen wie in ihren einzelnen Gebilden und Organen fortgeschritten. In der Herrschaft dieses Lebensprincips liegt darum auch der Grund des Erscheinens grösserer Mannichfaltigkeit, vollerer Bildung und reicherer Gestaltung der Organe in *dieser* Familie, dergleichen die anderen nicht aufzuweisen haben. Vorzüglich das Blatt- und Fruchtwesen haben darum eine schnell fortschreitende Metamorphose und einen steten raschen Wechsel der verschiedensten Gestaltung. Nicht selten bewegen sie sich sogar in Sprüngen von einem Extrem und Gegensatz zum andern. Ja selbst neue, bisher nur im Ansatz vorhandene Organe kommen zum Verschein oder gelangen hier doch zur selbstständigen Entwicklung. Daher liegt auch in *diesem* Fortschritt zur *Differenzirung* der Erscheinungen die Entzweiung der Familie selbst in *zwei* wesentlich verschiedene Unterabtheilungen oder in die *Marsileaceen* und *Salviniaceen*, wovon jene noch dem Wesen der niedern sich im Charakter vorherrschender Reife bewegenden Vegetation

angehören, diese dagegen der in Metamorphose durch die vermehrte Reproduktion bestimmten höhern Vegetation näher stehen, obwohl diese Verschiedenheit *kein* hinreichender Grund werden kann, die Familie in *zwei selbstständige Familien*, wie es manche Botaniker (z. B. Roeper, Endlicher) gethan haben, wirklich zu trennen.

Die *Vermehrungsgeschichte* durch Regermination führt schon auf dem Eingange der Familie der *Rhizokarpen* zu dem Resultat, dass die Pflanze gleichsam wie aus *vielen* Pflänzchen, welche in dem Equisetaceenfruchtzapfen als *knospige* Ansätze von Sporokarpienquirlen oder, wie dort bemerkt wurde, als *embryenartige* Gebilde angelegt waren, zusammengesetzt erscheint. Das Androphorum mit seinem Sporokarpienquirl des Equisetaceenfruchtzapfens hat sich durch Regermination zu einem Stengelglied mit besonderem Wurzel- und Blattwesen, mit eigenen Knospen, Zweigen und Früchten entwickelt, so dass die ganze Pflanze aus einem Vereine vieler solcher in der Einheit des centralen Axengebildes organisch zusammenhängenden Pflänzchen zu bestehen scheint, die wie Knotenproduktionen der einzelnen Schaftglieder den Sporokarpienquirlen des Fruchtzapfens der Equisetaceen entsprechen. Diese einzelnen Pflänzchen streben darum auch im Fortschritte der Lebensgeschichte immer mehr zur *Eigenheit und Selbstständigkeit*, die sie in der Zweigbildung bei Azolla endlich erreichen, darin aber auch *untergehen*. Denn da diese Selbstständigkeit der Zweige nur auf Unkosten der Grundlage der Allgemeinheit und Einheit der Pflanze im Centralaxengebilde vor sich gehen kann, so erscheinen sie im höchsten *Zwist* gegen die Hauptaxe, der darin endet, dass diese immer

mehr für jene in Anspruch genommen wird und in jene fortgezogen endlich in sie über- und untergeht. Mit dem Untergange der Grundlage müssen aber auch die secundären Axen, die nur in der Abhängigkeit und im Material jener Bestand haben, untergehen, so dass beide im Gesetze der Fortpflanzungsgeschichte, wie die *Isoëteen* beweisen, in erneuter Germination aufgehen. So ist aus dem einzelnen *Stengelglied*, welches in den *Characeen samenknospenartig* angelegt wurde und in dem Sporokarpienquirl zur Produktion einer Fülle von *embryenartigen Axenansätzen mit knospiger Natur wie bei allen Embryen* fortschritt, auf dem Rhizokarpenstengel ein *vollständiges Pflänzchen* geworden, obwohl noch in Verbindung mit der Mutterpflanze als Blüthenzweig erscheinend, der sich in den Isoëteen und Filicinen, durch die höhere Herrschaft der Reife mehr blattartig werdend, zum Wedel entwickelt. Damit ist denn nun auch die Pflanze auf ihren Untergang in den Lycopodiaceen aus den elementaren Keimen und deren Entwicklung in vermehrter Anzahl (Zweige oder Wedel) in Wirkung des in dieser Ordnung herrschenden Fortpflanzungsgesetzes wiederhergestellt. Eben so wie daher die Schäfte der *Characeen* und *Equisetaceen* aus proliferirenden samenknospen- und fruchtknotenartigen Gliedern oder Receptakelchen zusammengesetzt erscheinen, so besteht ursprünglich die Grundlage des äussern Baues des Pflanzenkörpers der Filicinen aus einem Verein auseinander proliferirender Pflanzen (Wedel). Da aber diese Theilpflänzchen im Charakter der Samenentwicklung erscheinen, indem nämlich die Embryen, wie wir schon bei der Moosfrucht erörtert haben und bei der Keimungsgeschichte

der *Rhizokarpen* noch klarer wahrnehmen werden, *noch nicht* im Embryozustand in verschlossener Samenschale zurückgehalten werden können, sondern sich bei der Entstehung *zugleich* entwickeln, so ist daraus der Zustand der Ueberreife der *Rhizokarpen* und folgenden, die auf diese Art zusammengesetzt sind, verständlich, woraus zugleich auch die nahe Verwandtschaft der Erscheinungen der Pistille, Samenknospen und Embryen mit den axillaren Knospen erhellt, wovon unten weiter gehandelt werden wird. Um diese so merkwürdige hier zuerst im Gewächsreich auftretende Erscheinung tiefer aus dem Wesen des Pflanzenlebens zu erfassen, wollen wir ausser dem schon Vorgetragenen noch Folgendes im Allgemeinen beifügen und dann zur Behandlung des Einzelnen fortschreiten.

Jedes Stengelglied oder Axenstück enthält in der Gesammtheit seiner Produktion die *drei Hauptstücke* des ganzen Pflanzenlebens, die Verkörperungs-, Vermehrungs- und Fortpflanzungsgeschichte, welche im höhern Gewächsreich bei der Pflanze im Allgemeinen successive erscheinen und in drei Abschnitten und verschiedenen körperlichen Erscheinungen auseinanderliegen, *hier* concentrirt und in einem Punkt geeinigt beisammen. Es gehen nämlich hier alle drei Hauptstücke aus ihrer ursprünglichen Indifferenz und Dreieinigkeit zur beginnenden Selbstständigkeit und Eigenthümlichkeit eines jeden Theils fort, welche sie jedoch noch nicht vollständig erreichen können. Wie wir nämlich schon bei den *Equisetaceen* bewiesen haben, so entsteht dort die Spindel des Fruchtzapfens im Lebensprincip pistillartiger Erscheinungsweise, ähnlich wie die einzelnen Schaftglieder in blüthenreceptakelartiger Grundlage erschienen.

Wie aber diese *Schaftglieder* auch zugleich gemeine Knoten des Axenorgans sind also die *Indifferenz* beider Organe des *gemeinen Knotens* und *Blüthenreceptakels* enthalten, eben so liegt jedem Stück der Spindel des Equisetaceenfruchtzapfens mit seinem zugehörigen Sporokarpienquirl die *fast indifferente* Erscheinung der *drei Hauptorgane* der obigen *drei* Lebensabschnitte oder des *gemeinen Knotens*, des *Blüthenreceptakels* und des *Keimbehälters* des *Fructificationsorgans* zu Grunde. Doch ist schon, ungeachtet jedem noch der Charakter der übrigen, wiewohl untergeordnet, inwohnt, der *Anfang* zur *Differenzirung* und *Selbstständigkeit* eines jeden gemacht, indem in dem Axenstück der Spindel selbst die Natur eines gemeinen Axenstücks (Knotens) *vorherrscht*, dagegen in dem Sporokarpienträger mit der Pelta die receptakelartige Grundlage und in dem Sporensäckchen die Fortpflanzungsknoten vorzugsweise angelegt sind und hervortreten. Bei dieser Concentration der drei Organe, aus welchen die Produktion der drei Hauptlebensabschnitte der Pflanze durch Entwicklung und Differenzirung der noch mehr oder weniger indifferenten Grundlagen hervorgeht, müssen natürlich auch die Produkte dieser Organe dieselbe Concentration auf einem Punkte des Axenstückes haben. Wie die *drei* Organe, gemeiner Knoten, Blüthenreceptakel und Fructificationsbehälter (Fortpflanzungsknoten), *ursprünglich eins* und *indifferent* sind und auch auf dieser Stufe, obwohl sie ihre ursprüngliche *Dreieinigkeit* nicht mehr so vollständig wie z. B. in den Flechtenapothecien, der Pilzfrucht und selbst noch in der Mooskapsel u. s. w. behaupten können, dennoch in nächster Verwandtschaft aneinander grenzen, so haben

dieselbe innigste Verwandtschaft desswegen auch ihre homologen Produkte, wie wir schon in der Verwandtschaft der ruhenden Axillarknospe oder des aus ihr entstehenden Zweigs (Produkt des gemeinen Knotens) mit dem Pistill (Produkt des Blüthenreceptakels) und selbst mit dem Embryo (Produkt der Samenknospe) nachgewiesen haben, was auch auf die Verwandtschaft der Staubgefässe mit dem Wurzel- und Blattwesen in dem petaloidischen Mittelgebilde ausgedehnt werden könnte. Da demnach dieser Produktion ein (ursprünglich indifferentes) Hauptorgan in dreifacher Modification zu Grunde liegt, so geht auch diese Produktion in mehrfacher Differenzirung hervor. Indem nämlich das Axenstück der Spindel des Equisetaceenfruchtzapfens zwischen einzelnen Sporokarpienquirlen als Blüthenreceptakel bei dem Fortschritt in die Rhizokarpen in Produktion geht, sollte es Pistill und Verstäubung hervorbringen, sinkt aber in die Natur eines gemeinen Knotens zurück, so dass es, statt jener höhern Produktion von Blüthen, die diesen auf der niedern Stufe der vegetativen Verkörperungsgeschichte entsprechenden Gebilde von einem gemeinen Zweiglein mit Wurzelwesen oder ein auf dem Axenstück wurzelndes gemeines Axenorgan hervorbringt. Statt der Produkte, welche vorzugsweise den Zustand der *Innerlichkeit* haben, dergleichen das Pistill als Axenorgan mit innerlicher Produktion und das Staubgefäss mit Wurzelwesen im Embryozustand oder mit elementaren Wurzelkeimen sind, entstehen auf diese Art durch das Zurücksinken der bezüglichen Produktionsorgane die den Blüthentheilen entsprechenden Produkte mit *äusserlichem* Charakter oder

gemeine Axenorgane (Zweige) mit Blattentwicklung und wirkliches Wurzelwesen auf jedem Axenstück.

Indem aber dasselbe Axenstück der Spindel aus seiner *indifferenten* Grundlage *auch* seine Natur als *wahres* Blüthenreceptakel äussert, wie es jene Produktion aus sich als Knoten schon hat, so muss es in die Produktion der wahren differenten Blüthenerscheinung fortschreiten. In dem zwischen Verstäubung und Pistillbildung *indifferenten* Mittelgebilde oder dem *Sporokarp* der *Equisetaceen* wird somit eine vierfache *Differenzirung* in eben so viele zusammengehörige *Doppelgebilde* dadurch herbeigeführt. Diese stehen zwar dann in den entgegengesetzten Formen und Charakteren von Reife und Regermination. Dennoch müssen sie sich wie *Hälften* von bezüglichen *Ganzen* in innigster organischer *Gegenbeziehung ergänzen*, da sie ja ursprünglich (wie noch bei den Equisetaceen) *indifferent* und *eins* waren.

Wenn fürs erste nämlich in der Produktion aus dem Axenorgan, das bei den Equisetaceen noch als indifferentes Sporokarp erscheint, die Differenzirung einkehrt, so werden daraus jene Gebilde herbeigeführt, welche aus dem Androphorum oder der Corolla monopetala in der Sonderung und Entgegensetzung von selbstständigen Petalen und Staubgefässen bei den Polypetalen entstehen. Aber auch selbst diese differente Produktion sinkt mehr oder weniger wieder in die Natur der Produktion aus dem gemeinen Knoten zurück, so dass statt einer Staubgefässerscheinung eine Knospe (Frucht als Wurzelknollen) und statt der petaloidischen Erscheinung gemeines Blattwesen der Rhizokarpen hervorgeht.

Indem aber 2) die wahre Blüthenerzeugung in der Differenz der Blüthen selbst aus dem Sporokarp als

reifem Axenorgan hervorgeht, so muss es mit dem Quirl von Sporensäckchen aus seinem zwischen Antheren- und Karpellbildung indifferenten Mittelzustand in die Differenz geführt werden. Bei dieser Differenzirung wird es zwar *Karpell vorzugsweise* bei Marsilea. Doch sinkt dieses neue Gebilde selbst in die Natur und Wesenheit eines Blüthenreceptakels zurück, so dass es als Rhizokarpenfrucht in der Gestaltung und dem Charakter eines wahren Blüthenreceptakels erscheint, aus dem die Blüthen der Rhizokarpen selbst als *Eisäckchen* und *Antherensäckchen* hervorgehen. Diesen drei Organen und deren differenten Produkten oder Doppelgebilden von Reife und Regermination müssen wir endlich noch die Differenzirung des elementaren Fortpflanzungskeims oder der Spore der Equisetaceen selbst beifügen. Schon bei den Equisetaceen ist diese *Differenzirung* der Spore angelegt, da in jeder Mutterzelle nur eine Spore mit vier Schleuderfäden erscheint. Da hierin schon der Typus der differenten Blüthenerscheinung liegt, wobei die Vierzahl, die dem Antherenwesen eigenthümlich ist, herrscht, und die Spore wie eine pistillartige Erscheinung das Centrum jenes peripherischen Kranzes einnimmt, so ist dass Eisäckchen der Rhizokarpen mit den es im Umkreise umgebenden Pollensäckchen nur eine höhere Entwicklung im Typus dieser Anlage der Keimbildung, die bei den Equisetaceen vorausgeht.

Der *Stengel* der *Rhizokarpen* erscheint im Allgemeinen noch sehr dünn und schwach. Er entwickelt sich in wagrechter Richtung fortkriechend oder ausläuferartig erscheinend mit verlängerten Stengelgliedern, obwohl diese Gliederung nicht mehr so scharf und deutlich wie bei den

Equisetaceenschäften auftritt, sondern das Ganze schon, wenn auch in geringerem Grade als bei der Spindel des Equisetaceenfruchtzapfens, mehr Einheit und Zusammenhang der Theile hat. Der *innere Bau des Rhizokarpenstengels* zeigt noch sehr nahe Verwandtschaft mit dem *staubgefäss- und sporokarpienartigen Bau* der Glieder des *Equisetaceenschaftes*. Denn auch er (wie der Blattstiel, wo ein solcher vorkommt) enthält ein einfaches centrales Gefässbündel (mit Spiralgefässen), das aber bei Salvinia nur als ein Büschel verlängerter brauner Zellen ohne Gefässe die Axe durchzieht, dessen Inneres mit etwas wenig *Mark* erfüllt erscheint. Er hat öfters (wie z. B. bei Pilularia, bei Marsilea quadrifolia u. a.) im Umkreise unter der Rinde einen Kreis von vielen der Längenrichtung folgenden bald kleinern bald grössern Luftgängen mit einer oder mehreren Lagen von Parenchym um dieselben. Die Luftgänge haben Scheidewände, die aus sternförmigen Zellen bestehen.

Jedes Internodium stellt (wenigstens bei den Gattungen auf dem Eingang der Familie wie z. B. bei Marsilea) gleichsam ein Pflänzchen für sich vor, da auf ihm ein aufgekeimtes Ganze, sowohl mit eigenen, bald büschelig gehäuften, bald einzeln stehenden Wurzelzasern auf der untern Seite des kriechenden Stengels als auch mit eigenem Blatt-, Knospen- und Zweigwesen, so wie mit einem besondern Fruchtstande vorkommt. Dadurch entsteht der merkwürdige Zustand der Wurzelständigkeit der Früchte dieser Familie, dass jedes Aggregat von Früchten dieser Pflanzen dem besondern Pflänzchen oder Stengelglied angehört, bei welchem es steht. Jedes derartige Partikulargebilde mit Wurzel, Blatt, Zweig

und Früchten entspricht nämlich einem entwickelten Sporokarpienquirl des *Equisetaceenfruchtzapfens* mit dem dazu gehörigen Theil der gemeinsamen Spindel im Entwicklungszustand, da ja auch jeder dieser Quirle ursprünglich aus dem gemeinen Schaftglied als *Receptakel* stammt und somit die ganze gemeinsame Spindel des Fruchtzapfens als ein *Blüthenreceptakel* erscheint.

In jedem dieser Internodialgebilde tritt somit der Gegensatz des Lebens in niederer und höherer Vegetation, in Reife des Embryozustandes und Germination, also die zweiseitige Polarisation im Charakter des *Blüthenwesens* unmittelbar in gegenseitiger Durchdringung zusammen, so dass daraus auch die völligst entgegengesetzten Gebilde in einem Punkte erscheinen. Jedes Internodium erscheint als ein Receptakel mit der auf ihm aufkeimenden concentrirten Vegetation von Wurzeln, Blättern, Knospen, Blumen, Blüthen und Früchten.

Wie in allen diesen Kreisen, so herrscht vorzüglich in *dieser* Famile das *Wurzelwesen* so sehr vor, dass selbst hier und da die Blätter, z. B. bei Arten von Salvinia, davon ergriffen sind, wovon S. oblongifolia (s. *Martius* plantt. cryptog. brasil. tab. 76) ein instruktives Bild gewährt, deren Blätter fast wie Thallusgebilde der niedern cryptogamischen Ordnungen erscheinen.

Es kommen auf der untern Seite des am nassen Boden kriechenden oder wie bei Salvinia und Azolla im Wasser schwimmenden Stengels seiner ganzen Länge nach viele lange und starke *Wurzelzasern* vor, welche meist in büschelförmigen Anhäufungen an den Punkten des Stengels erscheinen, wo nach der obern Seite hin die Blätter, Früchte und Zweige

ausbrechen, so dass sie jedesmal mit diesen ein ganzes Pflänzchen auf der Pflanze oder dem Hauptstengel zu repräsentiren scheinen. Selten erscheinen sie zerstreut. Bei Salvinia ist jede *Wurzelzaser* überdies mit langen dichtstehenden vielen gegliederten *Wurzelhärchen* bedeckt, deren cylindrische aufeinander aufgesetzte Zellen ziemlich lang sind mit Ausnahme der Endzelle, welche sehr klein und etwas keulenförmig und schwammartig angeschwollen ist. Die *Wurzelzaser* selbst ist mit sog. Luftröhrchen durchzogen, welche um die feste Axe der Wurzelzaser in Kreise stehen. Hier herrscht also reichliche Wurzelthätigkeit für die erneute vermehrte Produktion und die üppigere Ernährung.

Diesem Zustande entspricht daher auch der Standort dieser Gewächse im *Wasser*, in welchem Azolla und Salvinia sogar frei umher schwimmen, während Pilularia und Marsilea auf feuchtem sumpfigem Grunde fortkriechen. Im Wasser erreichen diese Gewächse einestheils die Abkühlung und Ableitung des sie innerlich verzehrenden Lebensfeuers, da in ihnen die Reife noch höher als in den Equisetaceen gesteigert ist. Anderntheils haben diese Gewächse eben darum auch eine vermehrte körperliche Grundlage für die Regermination und wiedervermehrte Produktion im Gegensatze gegen die Reife und Verzehrung nöthig, wozu der verjüngt sich ansetzende Gehalt für die Entwicklung, sowie die Ernährung und Sättigung im Wasser gefordert ist.

Obwohl in den *Equisetaceen* gegen die in den gemeinen Schaftgliedern herrschende centrale Reife und Entäusserung die *Hauptaxe* mit dem Gehalt als *Spindel* des Fruchtzapfens wiederhergestellt ist, so wurde damit doch auch zugleich in den Sporokar-

pienquirlen die Grundlage zur Produktion von *Seitenaxen* gelegt. Diese peripherische Produktion nimmt in den *Rhizokarpen*, da sie in ihrem Trieb zur Regermination und Wiederernährung sich nach der Basis der Pflanze hinabzieht und dadurch *mehr* der Aeusserlichkeit, der äussern Abhängigkeit und dem Eingriffe des Wurzelwesens zufällt, *über die centrale überhand.*

Wie nämlich die gemeinen Schaftglieder der Equisetaceen, obwohl sie ursprünglich *blüthenreceptakelartigen* Ursprungs sind, *dennoch in die Natur und Bedeutung von gemeinen Stengelknoten* zurücksinken und die Blattscheide, obwohl sie wie ein *Androphorum* erscheint, dennoch *nicht* ein wahres, ja nicht einmal *Korolle* werden kann, sondern an die Natur von *gemeinem Blattwesen* grenzt, so sinkt die *Spindel* des Equisetaceenfruchtzapfens, obwohl sie eigentlich pistillartig entsteht, dennoch zu blüthenreceptakelartiger Vegetation zurück, aus der jedoch nur erst die peripherischen Blüthentheile als Sporokarpien oder Staubgefässe hervorgehen, wie wir bei der Abhandlung jener Familie nachgewiesen haben. Wie *über* dem Blüthenreceptakel der Phanerogamen *anfänglich nur* die peripherische Produktion in der *Staubgefässbildung* herrscht, so folgt doch bald auch das *Pistill nach* und damit treten erst in dieser vollen Wiederherstellung der Axenproduktion *über* dem Receptakel oder der Blüthentheile die *beiden* höchsten Gegentriebe des Lebens von *Reife und Regermination* in *voller* Wirksamkeit, sowohl in ihrer Differenz als in ihrer gegenseitigen Durchdringung hervor. Eben so folgt nun auch, nachdem in den *Sporokarpienquirlen des Equisetaceenfruchtzapfens* die *einseitigen* fast indifferenten noch in *vorherrschender*

Reife wie die *Staubgefässe* schwach und kümmerlich erscheinenden *peripherischen* Axengebilde vorgekommen sind, im Fortschritt der einzelnen Quirle in die *einzelnen Stengelglieder oder Receptakeln* (Internodien) der *Rhizokarpen* die Ueberreife und damit die *Differenzirung* des noch indifferenten *Blüthenwesens* der *Equisetaceen* nach.

Diese *Differenzirung* der Erscheinungen im Wesen des Gegensatzes der Blüthen von Staubgefässen und Pistillen der Phanerogamen zeigt sich bei den *Rhizokarpen* nicht nur in der Produktion innerhalb der Fruchthülle, welche hier nur ein *geschlossenes Blüthenreceptakel* ist also in der Blüthenerscheinung derselben selbst, da diese Fruchthülle sowohl *Antherchen* (Antherenloculamente oder Sporenbehälter) als *Samenknospen* zugleich enthält, sondern auch in der Zweigproduktion aus dem *gemeinen* Axengebilde als Stengel, so wie in dem Fortschritt der Fructification in die Differenz von Blatt und *axillarer* Frucht. Es beherrscht somit der differente Charakter der Blüthenerscheinung mit ihrem Gegensatze, wonach einestheils die in vorherrschender Reife, Expansion und Aeusserlichkeit stehende Staubgefässvegetation und anderntheils die durch Regermination, Innerlichkeit und höhere Axennatur ausgezeichnete Pistillarerscheinung auftritt, sogar auch die Produktion aus dem Stengel der Rhizokarpen. Indem nämlich das Sporokarp in diesem Fortschritt gleich dem Androphorum (Andröcium) der monopetalischen Korolle, welches bei den Polypetalen in die Differenz von selbstständigen Petalen und von einem durch Regermination neu entstandenen Staubgefässkranz übergeht, dieselbe Differenzirung erlangt, so erscheint bei den *Rhizokarpen* statt des Sporokarps der Equisetaceen

ein Blatt mit der Frucht in seiner Axille (bisweilen auch neben sich), also ein Gebilde, das einem Petalum der Polypetalen mit seinem zugehörigen Staubgefäss entspricht. Ja bei Marsilea quadrifolia kommen Frucht (Staubgefäss) und Blatt noch auf *einem* gemeinsamen Träger wie in den Isoëteen und Ophioglosseen vor, so dass hier die Differenzirung *noch nicht völlig* durchgeführt ist und der Typus des monopetalen Androphorums noch vorherrscht. Hier *beginnt* somit erst die *Differenzirung* des Sporokarps der Equisetaceen in die Gegensätze von Reife und äusserer Germination im Blatt und von innerlicher Regermination in Fructification, welche in der Erscheinung der andern Genera dieser Familie völlig herrschend ist. Denn bei diesen, bei denen das Blatt die *höhere* Reife und also die Expansion bis zu seinem Grunde erleidet, kann keine knospige Regermination (also keine Frucht) sich *auf* dem Blatt mehr ansetzen, indem es seine *axenartige* Grundlage oder seinen Stiel verloren hat und somit die Frucht nicht mehr als Gipfeltrieb des Axenorgans (Stiels) erscheinen kann, sondern durch Regermination aus der Blattaxille hervorgehen muss. Erscheint daher jenes Gebilde bei Marsilea quadrifolia mit seinem gemeinschaftlichen Träger, worin Blatt und Frucht aus einem gemeinsamen Grunde hervorgehen, in der Analogie der Erscheinung von Petalum und Staubgefäss bei der Corolla monopetala der Phanerogamen, so hat diese Differenzirung beide Organe schon völlig in den andern Sippschaften geschieden, ähnlich wie bei den Polypetalen Staubgefäss und Petalum, die bei den Monopetalen eins waren, getrennt und selbstständig auseinanderliegen. Darum steht in dieser Erscheinung das Sporokarp

der *Equisetaceen* in der blüthenartigen Differenz bei den *Rhizokarpen,* so dass das Blattwesen im Typus der Reife der Korolle (Perigon), die Frucht in dem der innern Regermination und vermehrten Reproduktion des Staubgefässes der Polypetalen erscheint. Indem somit beide unmittelbar beisammen vorkommen, da sie im Sporokarp *eins* waren, so stehen sie in innigster Gegenbeziehung der Ergänzung, wie im übrigen höhern Gewächsreich Blatt mit Axillarknospe oder Petalum mit dem ihm zugehörigen Staubgefäss, Pollen mit der Samenknospe u. s. w. Da jedoch eben diese Differenzirung im Charakter des Gegensatzes des *Blüthenwesens* erfolgt, so kann man in dieser Analogie auch behaupten, dass das Blatt dem Charakter der Reife des Staubgefässes entspricht, dagegen die axillare Frucht dem der innerlichen Regermination eines Pistills.

Da ferner die Spindel des Fruchtzapfens der *Equisetaceen* eigentlich wie die gemeinen Schäfte aus successiven, nur durch die Produktion der Sporokarpienquirle unterbrochenen, sonst fast in völliger Continuität und Einheit stehenden Theilen oder Axenstücken, also aus auf einander aufgesetzten und wiederholt erhobenen Partikularreceptakeln besteht, so muss *nun*, nachdem jedes dieser Partikularreceptakeln seinen *peripherischen* Kranz von *Staubgefässen* oder seinen *Sporokarpienquirl* in der *Equisetaceenfruchtähre* producirt hat, im Fortschritt zu den *Rhizokarpen* der *höhere* Grad erneuter Axenproduktion durch Regermination und vermehrte Reproduktion einkehren. Zu dem Sporokarpienquirle als Staubgefässkranz muss nun auch das centrale Axengebilde desselben oder das zu ihm gehörige

Pistill bei den *Rhizokarpen* hinzukommen, also das *staubgefässartige* Sporokarp der Equisetaceen muss durch die in ihm einkehrende Regermination bei den Rhizokarpen *pistillartig* werden. Da aber das *Pistill* auch hier, wo Blüthenreceptakel und gemeiner Knoten noch indifferent erscheinen, noch nicht als wahres wie bei den Phanerogamen erscheinen kann, sondern nur als ein aus mehr äusserlicher als innerlicher Regermination entstehendes gemeines Axengebilde, so erscheint es als ein durch innerliche *knospige* Erscheinung hervorgehendes *Zweiglein,* das der äusserlichen Abhängigkeit in Entwicklung und Entäusserung zugeht, anstatt seinen Gehalt wie die Pistille der Phanerogamen in sich zurückzuhalten und zu verschliessen. Wie dieses Zweiglein sonach fast karpellartig erscheint gleich den Fruchtwedeln der Ophioglosseen, so steht es auch neben der Sporenfrucht, da im Allgemeinen Karpelle und Stamina alterniren. Da ferner diese durch innerliche Germination entstehenden zusammengesetzten *Zweigknospen pistillartig* sind, so erscheinen die innerlich germinirenden *Knospen und Zweige* mit dem Pistill nicht nur verwandt, sondern beide erscheinen darum auch im Gewächsreich überhaupt im *Parallelismus*, so dass beide in dieser Familie *zuerst* und zusammen vorkommen, obwohl hier weder das eine noch das andere in wahrer *vollständiger* Bildung, sondern nur in Annäherung zu dieser auftreten. Ja, in dieser Verwandtschaft liegt zugleich die Andeutung der ursprünglichen Natur und Wesenheit des *Pistills* wie des *Blüthenreceptakels* als einer erneuten *Gipfelknospe*, wie wir es bei der *Laubmooskapsel* nachgewiesen haben, die nicht mehr die Kraft hat, in äusserer Entwicklung

zu Zweigen auszuwachsen, sondern nur innere Germination enthält. Hier sind jedoch aus diesem Vorgange statt der Gipfelknospen als Pistille durch Seitwärtsdrängung der Produktion laterale Knospen und Zweige entstanden. Wie die ganze vorausgehende Geschichte dieser Klasse, ja selbst die den Rhizokarpen zunächst stehenden Equisetaceen, keine *wahren* Pistille mit innerlicher Produktion von *Samenknospen* haben (da weder die Sporokarpien der Equisetaceen noch die Mooscolumella als solche erscheinen), so haben sie auch noch nicht die innerlich sich in erneuter Germination ansetzenden Zweigknospen mit *ruhender* Vegetation, sondern die Zweigproduktion ist, wie am auffallendsten in den Equisetaceen erhellt, eine wie *ablegerartig peripherisch* vor sich gehende. Aus demselben Grunde erscheinen auch in den Familien dieser Klasse über die Rhizokarpen hinaus keine innerlich germinirenden *zusammengesetzten Zweigknospen*, da auch keine *Pistille mit innerlichen Samenknospen* wie selbst bei den *Cycadeen* noch nicht zur Erscheinung gelangen. Wie nämlich das *Blüthenreceptakel* als Axenstück des Rhizokarpenstengels, gleich dem gemeinen Schaftglied der Equisetaceen, seine wahre blüthenreceptakelartige Natur verliert und in die eines *Stengelknotens* zurücksinkt, so dass es darum nur eine *Zweigknospe* statt eines *Pistills* produciren kann oder in vorherrschende äusserliche Produktion umschlägt, in der die Zweigknospe und der Zweig sogar nicht einmal wahrhaft axillar ist, sondern *neben* dem Blatt (extraaxillar) erscheint, eben so sinkt die Frucht der Cycadeen und Rhizokarpen in die Natur eines *Blüthenreceptakels* zurück, so dass statt Pistille nur

schwache *einsamige Karpellchen* producirt werden können. *)

Keineswegs darf man sich aber durch diese Erscheinung der Pistille und ruhenden Zweigknospen bestimmen lassen, die *Rhizokarpen* nach dem Vorgange so vieler Botaniker wie z. B. von SCHLEIDEN ausserhalb der Klasse der Akotyledonen zu stellen und den Phanerogamen unmittelbar anzuschliessen. Denn wie dieses Lebensmoment der entgegengesetzten Erscheinungsweise der *Blüthen* in Reife der Staubgefässaxen, so wie in Regermination und verjüngter Erscheinung der Pistille *nicht das höchste* in der *ein-*

---

*) Bisher hat man die Fruchtbildung der *Cycadeen und Coniferen* für *nakte Samenknospen* ausgegeben. Allein abgesehen davon, dass diese sog. samenknospenartige Natur dieser Fruchtansätze noch nicht vollständig bewiesen ist, so spricht auch der Umstand dagegen, dass hier *kein Pistill* vorkommt, da man denn doch das Blättchen, auf dessen Rand die Samen der Cycadeen erscheinen, für kein Pistill halten kann. Die Samenknospen sind aber laterale innerliche Axenorgane des Pistills, wie die gemeinen Zweige vom gemeinen Axenorgan, so dass, wo kein Pistill ist, auch keine wahren, also auch *keine sog. nakten Samenknospen* erscheinen können. Das Wahre an dieser Erscheinung ist, dass diese *sog. nakten Samen mit einsamigen Karpellchen* auf dieser Stufe *indifferent* erscheinen oder die *Karpellbildung* des Gewächsreichs auf der niedersten Stufe sich in der Grundlage des *samenknospenartigen* Axenansatzes zuerst gestaltet. Da wir dieselbe Erscheinung und Grundlage auch bei Ansetzung des *Gramineenkarpells*, das aus dem Samen der Cyperaceenfrucht durch Metamorphose hervorgeht, in einer andern Schrift nachweisen werden und dort von dem Verhältnisse der *einsamigen Karpelle der Cycadeen* zu den Karpellen der *Palmen* weiter gehandelt werden soll, so möge diese Andeutung hier vorderhand genügen.

zelnen Pflanze ist, sondern *über* es hinaus noch das seminale Lebensmoment der *Fructification* geht, worin jener äussere Gegensatz wieder verschwindet, so tritt es auch nur flüchtig *vorübergehend* wie das *Blüthenwesen* überhaupt bei den einzelnen Pflanzen als metamorphosirendes Lebensprincip in dieser Familie der Rhizokarpen auf. Wenn daher SCHLEIDEN (s. dess. Grundz. II. S. 19) schreibt: „Die Rhizokarpen bilden als athalamicæ eine vortreffliche Vermittelungsstufe zwischen den Agamen und Phanerogamen," so kann dies nur hinsichtlich des Hervortretens eines einzelnen Organs gelten. Um aber die Stufen hinsichtlich des Lebenssystems zu bestimmen, müssen *alle* Organisationsmomente und die *Totalerscheinung* des Organismus in Rechnung gebracht werden. Dieses Ganze berechtigt aber bei der Charakteristik der Rhizokarpen keineswegs, dieselben als Vermittelungsstufe auf den Eingang zu den Monkotylen zu stellen.

Die pistillartige Natur des Rhizokarpenaxengebildes gibt sich auch darin zu erkennen, dass die erneute vermehrte Produktion sich gegen die Basis hinabzieht und am Ursprunge herrscht, wo die Quelle reichlicherer Ernährung des Wurzelwesens liegt. Denn wie im Staubgefäss nur noch unterhalb der Spitze der Axe eine schwache Produktion des Umfanges in den Antherenloculamenten möglich ist, dagegen an der Spitze und am Grunde die Reife und Erschöpfung besteht, so sehen wir auch bei den Laubmoosen, den Lycopodiaceen, Characeen und Equisetaceen, dass unterhalb dieser reifen Spitze die Blüthenproduktion in erschöpften seitlichen Ansätzen sich zeigt. Da nun aber die Reife bei den Akotyledonen von der Basis der Pflanze ausgeht, so ist diese

Erschöpfung und Reife auf der Spitze, wie im Moosreceptakel, nicht nur ein Beweis, dass die Reife die ganze Pflanze ergriffen hat und nun der auf die Reife folgende nächste Zustand der Ueberreife oder Regermination und vermehrten Reproduktion eintreten muss, sondern auch dass diese Regermination *hier*, wo das *wahre Pistill* mit seiner Innerlichkeit noch nicht erreicht werden kann, noch vorzugsweise eine *äussere* ist und die Vegetation darum sich, um die vermehrte Reproduktion zu erlangen, zur *Quelle* der Ernährung, zum *Wurzelwesen*, *hinabziehen* muss.

Die Axengebilde der vorausgehenden erscheinen im Vergleich mit diesen alle noch mehr oder weniger *vorzugsweise blüthenreceptakel- oder staubgefässartig*, obwohl der allmählige Uebergang in dem pistillartigen Charakter unverkennbar ist. So z. B. beweist nicht nur die Schwäche der Produktion aus dem Stengel bei den Moosen und Lycopodiaceen, sondern auch der Mangel an centraler Haltung, an Aufrichtung und kräftigem Fortsprossen, das Zunehmen in Gipfelknospen gleichsam wie in antherenartigen Ansätzen oder wie in den Embryengebilden, eben so nicht minder die schnelle Reife und Eile des Lebens schon äusserlich das Vegetiren dieser Axengebilde im Charakter der Staubgefässe. Desgleichen zeigt auch ihr innerlicher Bau, das Vorherrschen von langgestreckten Zellen, unter denen, wie im Gefässbündel des Filaments, nur selten (z. B. im Lycopodiaceenstengel) wahre Gefässe und zwar nur in geringer Anzahl vorkommen, dass hier erst die *embryenartig* schwache Erscheinung der Axenorgane wie in den Staubgefässen überhaupt eingekehrt ist. Die Axengebilde der

Equisetaceen nähern sich zwar der Natur der pistillartigen Axe durch die gegen den Zustand der Reife und Erschöpfung der vorausgehenden Axengebilde wieder einkehrende reichere Regermination und vermehrte Produktion, zumal im Fruchtzapfen, so wie durch die herrschende Hüllenbildung und Abtheilung in Räume und Luftgänge, wozu vorzüglich auch das Erscheinen der Regermination von Gefässen gehört. Dennoch spricht hier die Herrschaft der Entäusserung und die peripherische mehr oberflächliche Produktion wie zumalen die der gemeinen Zweige und der Sporokarpien, welche fast nur *ablegerartig* vor sich geht, noch mehr für die staubgefäss- als pistillartige Natur des Axengebildes. Diese pistillartige Erscheinung mit *innerlicher* Germination und *innerlicher* Produktion von organischen Gebilden (*innerlich* entstandenen Eilein, Knospen und Zweiglein), welche als Ansätze von Pflänzchen, die auf der Mutterpflanze auswachsen, gewissermaasen Embryen entsprechen, kehrt zuerst bei den *Rhizokarpen* im Axengebilde ein. Allein wie die Embryen hier noch nicht wahrhaft innerlich und im andauernden Embryozustand erscheinen, so verschwindet auch wieder in den folgenden Kreisen der Charakter der höhern pistillartigen Innerlichkeit.

Im Allgemeinen nimmt man im Uebergang und Wandel der *Staubgefässe in Karpelle* wahr, dass die Karpelle nicht nur eine vermehrte Produktion und reichere materielle Grundlage haben, sondern, dass auch bei den Staubgefässen die Erschöpfung und Schwäche an dem Grunde, im Filament, herrscht, während sich die vermehrte Reproduktion in dem erneuten Gipfeltrieb als Antherenerscheinung ansetzt. Dagegen tritt *umgekehrt* die vermehrte Reproduktion beim

Karpell an dem Grunde, in der Erscheinung des Fruchtknotens ein, hat sich also wieder *abwärts* gezogen, so dass die Erschöpfung auf der Spitze im Griffel (der sogar oft fehlt) und in dem höchst erschöpften rudimentären Fruchtknotenansatz der Spitze, in dem sog. Stigma, sich kund gibt. In derselben Analogie, wie in der *staubgefässartigen Gipfelproduktion* im Vergleich mit der an die Basis des Organs hinabgezogenen Fruchtknotenproduktion, steht die Erscheinung der an der *Wurzel der Rhizokarpen* vegetirenden Früchte im Vergleich mit den an der Spitze der Schäfte bei den Equisetaceen vorausgehenden. Darum stehen auch die Staubgefässe auf der im Vergleich mit dem Centrum oft etwas *erhabenen* Peripherie des *Blüthenreceptakels höher* als das im Centrum der Blüthe stehende Pistill. Wie daher die Früchte der Rhizokarpen von den noch vorzugsweise dem Zustand der Reife und staubgefässartigen Erscheinung angehörigen Sporokarpien der Equisetaceen stammen, so beginnen auch sie mit dem Reifezustand der Pflanze, wie die fruchtbaren Schäfte der Equisetaceen, oder sind ursprünglich *Gipfelinflorescenzen* der Pflanze, so dass sie aus diesem Zustande durch die nachfolgende Germination und das Heranwachsen weiterer Axenstücke *lateral* werden (fructificatio terminalis in lateralem abiens). Darum kommt auch bei den Rhizokarpen die Fructification, da sie bei dem Wurzelwesen erscheint, wie z. B. bei Salvinia, wo die Früchte den Wurzelzasern anhängen, in der Erscheinungsweise von *Wurzelknollen* vor. Beide Gebilde, Wurzelwesen und Frucht, haben darum auch hier *eine und dieselbe Abstammung*, nämlich vom Sporokarpienquirl des Equisetaceenfruchtzapfens, in-

dem die dem Boden zugekehrten Sporokarpien des Quirls, anstatt das Wurzelwesen im Embryozustand zur Sporenbildung gebunden zu halten, es hier vielmehr in wirklichen Wurzeltrieben wieder frei lassen, so dass sogar bei einigen, wie Salvinia oblongifolia, die Wurzelzaserbüschel gestielt sind und die Zasern wie aus einem gemeinsamen Axengebilde hervorgehend erscheinen. Auf ähnliche Weise ist zu bemerken, dass bei den andern Sporokarpien durch die Entwicklung in Differenzirung ein Theil des Sporokarps selbst in Entäusserung zu Blattwesen übergeht, wie das ganze Sporokarp hier in Wurzelwesen.

Da die Vegetation *über* dem Blüthenreceptakel *eine Concentration zu einem Ganzen* enthält, so geht auch hier aus jedem Sporenkarpienquirl ein *ganzes Pflänzchen* auf jedem Stengelglied hervor, wie oben schon erwähnt wurde, so dass Wurzel- Frucht- und Blattwesen unmittelbar neben einander erscheinen. So hat auch hier wie überhaupt in dieser Klasse die Pflanze *noch nicht die durchgreifende Scheidung und Entgegensetzung* in den *drei* Hauptlebensabschnitten von Verkörperung (Wurzel und Stamm) von Vermehrung (Blatt- und Knospenwesen) und von Fortpflanzung (Blüthen). Die Organe und Gebilde aller drei erscheinen, obwohl die gegensetzliche Natur und Differenzirung überall schon hervortritt, noch in geringerer oder grösserer Angrenzung und im nächsten Uebergang zu einander, so dass sie darum auch unmittelbar neben einander beisammen erscheinen und somit jedes Stengelglied mit dieser Produktion als ein selbstständiges Ganze, zu dem es sich noch deutlicher als Zweig im Wedel erhebt, erscheinen kann. Jedes Ganze des Stengel-

gliedes erscheint daher in zwei *Hauptgegensätzen*, wie überhaupt die Vegetation *über* dem Receptakel, indem der eine Theil, der die Früchte tragende Zweig, wie der fruchtbare Zweig am Grunde der Pflanze bei den Equisetaceen, die letzte erschöpfte gesunkene Produktion des ursprünglichen Gipfeltriebs vorstellt und dem Receptakel oder dem erschöpften Ausbruche aus demselben, den Staubgefässen der Phanerogamen, entspricht, dagegen der andere Theil des Stengelgliedes oder die Vegetation des Grünens, insbesondere die Zweiglein, wie die unfruchtbaren Zweige der Equisetaceenpflanze, in ihrer vorherrschenden Regermination und vermehrten üppigen Produktion der regerminirenden verjüngt sich erhebenden Erscheinung des Pistills der Phanerogamen entsprechen.

Das *Blattwesen* zeigt sich darum auch hier noch wie bei den Equisetaceen als ein *Mittelzustand* zwischen gemeinen Blättern und zwischen dem Blattwesen über dem Receptakel (Perigonien und Corollen). Dies tritt schon in Marsilea deutlich hervor. Wie diese Gattung überhaupt der Erscheinung des vorausgehenden Axen- und Knospenzustandes am nächsten steht, so kommt hier auch noch im Allgemeinen eine reichlichere Produktion vor. Wie sie noch stärkere Stengel hat als die folgenden Gattungen, so hat sie in diesem allgemeinen Träger des Materials für die Entwicklung der höhern Organe eine Grundlage kräftigerer Produktion und Ausbildung der daraus hervorgehenden Gebilde wie vor Allem des Blattwesens. Daher hat das *Blatt* von Marsilea einen für diesen Kreis *sehr langen Blattstiel,* der an seinem Grunde Fruchtträger zugleich ist, indem gegen seine Mitte hin die Fruchtspindel

sich scheidet. Daraus ergibt sich, dass dieser Träger ähnlich wie das Stengelchen der Ophioglosseen ursprünglich ein Axengebilde ist, wie er ja auch aus einem Axengebilde, dem Sporokarp der Equisetaceen, stammt. Da beide, Blatt und Frucht, in dem Sporokarp *eins* waren, so erscheinen sie auch hier im Grunde noch als *eins*, wie in der Corolla monopetala und andern Fällen das Petalum und Staubgefäss am Grunde noch *eins* sind, da die Differenzirung auf der Spitze in Anthere und Corollenzipfel beginnt, wo die Reife in *diesen* Axen zuerst einkehrt. Da das *Blatt* von *Marsilea* ursprünglich in Metamorphose aus dem Sporokarp der Equisetaceen durch Differenzirung stammt, wie das Petalum aus dem Staubgefäss, so hat es nicht nur im Träger, sondern auch in der Entwicklung aus dessen Spitze den *Typus einer Staubgefässaxe* der Phanerogamen oder ist petaloidischen Charakters. Denn auf der Spitze des Blattstiels sitzen *vier* kreuzständige Theilblättchen ohne Stiele (foliola sessilia decussata), so dass diese Spitze in ähnlicher Erscheinung vier Blättchen hat wie das Staubgefäss der Phanerogamen vier Antherenloculamente. Diese Axenspitze ist daher, wie in der Columellenscheibe (Pelta) des Sporokarps die Reife und Expansion auf der Spitze herrscht und die horizontale *Lamelle* producirt, in die zu vier Blättchen getheilte sog. zusammengesetzte Blattscheibe oder Blattspreite (lamina) expandirt, so dass die Sporokarpienpelta und diese Blattlamina *einen* Ursprung haben. Daher konnte auch das Sprossen in Auseinanderstellung der Blättchenpaare übereinander zu einem sog. fiederschnittigen Blatte eben so wenig als in der Anthere (Sporokarp) stattfinden, da die Erschöpfung des Centraltriebes dort eintritt und

damit der peripherische Trieb überhand nimmt. Daher nimmt diese Erschöpfung der Erhebung und des Reichthums der Produktion fortschreitend schnell zu, so dass schon bei Pilularia die Blattproduktion kaum noch schwache blattartig expandirte fadenartige Blattstiele hervorbringt. Dass dieses ein Blattstiel ohne eigentliche Blattscheide ist, beweist dessen Bau, der wie der Blattstiel von Marsilea erscheint. Wie beide dem Axenwesen angehören, so haben sie auch den innern Bau des Stengels dieser Gewächse mit Luftgängen wie insbesondere den des Stengels von Salvinia, welcher am einfachsten ist. In dem Stiele haben sich diese Blätter somit ihre eigene Axe angeeignet und von der allgemeinen Axe oder dem Stengel, so weit es möglich ist, mehr *unabhängig und selbstständig* gemacht, während das Blattwesen der Equisetaceen als ein noch mit diesem fast indifferentes Gebilde, als ein unmittelbarer Ausbruch aus dessen Peripherie erscheint. Indem aber die Kraft der Reife und Expansion noch mehr wächst, so erscheinen bei Salvinia und Azolla keine Blattstiele mehr, sondern aufsitzende oder nur sehr kurz gestielte stark expandirte einfache zarte Blättchen. Die Blättchen von Salvinia erscheinen neben den verkürzten Stengelinternodien in zwei Reihen, sind eiförmig kurzgestielt und aus drei Lagen von Zellgewebe zusammengesetzt, zwischen denen sich verhältnissmässig grosse Lufthöhlen befinden. Diese Lufthöhlen stehen darum auch in Verbindung mit Intercellulargängen der oberen Zellenschichte, die sich in Spaltöffnungen ausmünden. Auch haben die Blattstiele und Blätter der andern Gattungen eine deutliche Epidermis mit zahlreichen Spaltöffnungen. Die Blättchen von Salvinia liegen dachziegelig ge-

drängt und erscheinen in grosser Anzahl. In noch grösserer Anzahl erscheint das Blattwesen bei Azolla, wie z. B. Azolla microphylla *Kaulf.* (s. Martius plantt. cryptog. brasil. t. 74) zeigt, wo nach Art der beblätterten Jungermannien und der thallusartigen Vegetation mancher Lycopodiaceen *vier* Reihen dicht gedrängter dachziegelig liegender einfacher alternirender Blätter wie knospig die Axe bedecken. Auch erinnern diese sowohl durch ihre (meist rosenrothe) Färbung, besonders an ihrem Rande, als auch durch die vielen Papillen, die bald, wie in Salvinia oblongifolia, reihenweise auf der Oberfläche stehen, bald zerstreut vorkommen, an die Natur der Petalen der Phanerogamen. Eben so kommen bei Salvinia oblongifolia keine Spaltöffnungen vor wie bei den Petalen und das Blattgewebe ist wie in diesen bei Salvinia und Azolla rein zellig (phyllidia *Mart.*). Die Blättchen, welche die vier Reihen bei Azolla microphilla *Mart.* ausmachen, sind in der Art verschieden, dass die Blättchen der zwei obern Reihen um ein Drittel kleiner sind als die der zwei untern Reihen. Hier ist dieselbe Erscheinung eines Gegensatzes von Reife, so wie von Regermination und vermehrter Reproduktion in den obern und untern Reihen, wovon schon bei den Lebermoosen gehandelt wurde.

Wie schon oben erörtert wurde, erscheinen hier mit dem Charakter der Vermehrungsgeschichte, die zusammengesetzte Früchte im Gefolge hat, mit denen die axillaren oder Zweigknospen auf dieser Stufe noch fast indifferent vorkommen, zuerst im Gewächsreiche *Zweigknospen und wahre Zweige*. Daher kommen auch in dieser nahen Verwandtschaft und Angrenzung an jene die Knospen noch nicht wahrhaft

blattwinkelständig vor, da *diese* Stelle noch die *Früchte*, wie z. B. bei Pilularia und Arten von Marsilea einnehmen, sondern neben den Blättern (gemmæ laterifoliæ). Bei den gegenständigen Blättern von Salvinia erscheinen sie zwischen den Blättern, ja sonst auch noch gipfelständig (gemmæ terminales). Da die Reife, Aeusserlichkeit und schnelle Entwicklung vorherrscht, so sind es hier noch *keine* sog. *ruhende* Knospen mit Knospenhüllen. Denn wie überhaupt die Axengebilde über dem Receptakel, die Blüthen, auch bei den Phanerogamen wegen Uebermaas der herrschenden Reife nicht aus ruhenden Knospen hervorgehen, so haben diese mit jenen noch nächst verwandte Knospen auch verwandte Erscheinungsweise.

In der *Fruchtbildung* herrscht bei dieser Familie, obwohl sie nicht umfangreich ist, und nur wenig Gattungen mehr als die andern Familien dieser Ordnung umfasst, eine sehr rege Metamorphose ähnlich wie im Blattwesen derselben und eine so grosse Mannigfaltigkeit, dass jede Gattung eine von der andern verschiedene Fruchterscheinung zeigt. Es wurde daraus sogar von den Botanikern Anlass genommen, sie in *zwei* Familien als *Marsileaceen* und *Salviniaceen* zu theilen. Der Grund von diesem schnellen Wechsel und Schwanken in fast unbestimmter unsicherer Erscheinungsweise liegt darin, dass auf dieser Stufe sich zuerst im Gewächsreich eine *wahre* Fruchtbildung ansetzt und somit, da diese noch mehr Blüthenreceptakel als eigentliche Frucht ist, noch keine in fest geregelter constanter Erscheinung durchgreifende selbstständig freie organisch ausgeprägte Norm einhalten kann. Diese Unbestimmtheit und schwankende Erscheinung der innerlichen Bil-

dung gibt sich schon in dem wechselnden äusserlichen Vorkommen dieser Früchte kund. Denn hier tritt noch kein sicher geregelter Fruchtstand auf. Doch kann man in den zwei Hauptabtheilungen der Familie zwei wesentliche Hauptarten von Fruchtstand unterscheiden. Theils sitzen nämlich die Früchte der Rhizokarpen, wie in der Abtheilung der *Marsileaceen*, einzeln in den Blattwinkeln (fructus axillares), wie z. B. bei Pilularia; theils erscheinen sie mehr oder weniger gehäuft auf dem Blattstiel, bald dessen Basis aufsitzend, bald auf besonderem gemeinsamem Träger, der sich als ein mit dem Blattstiel noch ursprünglich indifferenter blattwinkelständiger Fruchtstiel kund gibt, wie bei Marsilea. In diesem Fruchtstiel erscheinen somit die Früchte mit den Axillarknospen des Gewächsreichs oder den jüngsten Zweigansätzen noch nächst verwandt, was wir auch schon bei den Sporokarpien der Equisetaceen erörtert haben.

Bei der Abtheilung der *Salviniaceen* dagegen kommen die Früchte theils einzeln bei den Wurzelzasern vor, wie z. B. bei Arten von Azolla; theils zeigt sich bei der andern dahin gehörigen Sippschaft Salvinia auf der dem Blattstiel entgegengesetzten Seite des Stengels ein ins Wasser hängender verzweigter Fruchtstiel, eine Fruchtspindel, welche die Früchte bald mehr ährenförmig bald mehr zusammengedrängt gehäuft trägt, so dass diese neben den Büscheln der oben beschriebenen unverhältnissmässig langen Wurzelzasern hängen. Ja, es kommen bei Salvinia oblongifolia mehrere solcher Fruchtähren auf beiden Seiten des Stengels neben Wurzelbüscheln vor. In diesem Vorkommen bei den Salviniaceen sind somit die Früchte aus ihrem in den Marsileaceen

noch *knospenartigen* Erscheinen in das Ansehen von *Wurzelknollen* herabgesunken.

Dieses Sinken der Produktion ist jedoch kein Vorgang, der nur auf dem äussern Anschein beruht oder zufällig ist, sondern auch organische Folge und Bedeutung im Leben hat. Denn da bei dieser Familie die Vermehrungsgeschichte in der Ordnung einkehrt und also die äussere Erscheinung des Vermehrungsorgans, das Grünen, das Blatt- und Knospenwesen, die ganze Vegetation beherrscht, so muss auch das höhere Leben der Pflanze dieses Kreises in die Natur und Erscheinung des sie beherrschenden Lebensprincips herabgezogen, somit die *Frucht* vorzugsweise *knospenartig* werden. Allein dabei bleibt sie auf dieser Stufe nicht stehen, sondern, wie in dem Blattwesen dieser Stufe das niedere Wurzelwesen noch vorherrscht, so sinkt die Frucht gleichfalls tiefer in den Zustand der *niedersten Axillarknospe* zurück, welches bekanntlich der *Wurzelknollen* ist, wie wir uns aus der Vegetation von Solanum tuberosum u. a. belehren können. Dieses Zurücksinken der Frucht in den Zustand einer Axillarknospe und eines Wurzelknollens ist aber auf dieser Stufe um so leichter möglich, weil sie bei den Rhizokarpen, wie wir unten beweisen werden, nur erst ein Blüthenreceptakel, noch keine eigentliche Frucht ist, das Blüthenreceptakel der Vegetation aber ursprünglich und seinem Wesen nach einer Axillarknospe in dem Blattwinkel der Braktee entspricht. Alle diese Organe sind aber ihrem Wesen nach rudimentäre Axengebilde, also darum untereinander im Keimzustande nächst verwandt, da in diesem nur die Grundlage zur Entwicklung, also vorzugsweise nur erst das indifferente Material enthalten ist, welches

noch in der Unentschiedenheit liegt, ob es in diese oder jene Entwicklung übergeführt werde, so dass in diesem Zusammenhang der Uebergang von einem Organ in das andere, das leichte Zurücksinken auf eine niedere Stufe oder die schnelle Erhebung in eine höhere verständlich ist. Dieses Zurücksinken der Frucht zum Wurzelknollen erfolgt aber auch in dem Fortschritt der Metamorphose dieser Familie aus der vorausgehenden der Equisetaceen. Die Frucht ist nämlich ein auf den Untergang des Axengebildes erneut durch die Regermination wiederhergestelltes Axenorgan im Ansatz (Zweiglein). Wie daher bei den Equisetaceen das primäre Axengebilde verschwunden war, so erschienen meist zweierlei, nämlich fruchtbare und unfruchtbare Schäfte, die fruchtbaren Triebe *zuerst* und dem untergehenden primären Axengebilde, also der Wurzel, zunächst, so dass die andern Triebe und Zweige, wie insbesondere die fruchtbaren, später und auf weiterer Höhe im Gewächse nachkommen. So sind diese fruchtbaren, weil die primäre Hauptaxe untergangen ist, eigentlich ursprünglich die innersten centralen gipfelständigen, werden aber dadurch, dass dieser Gipfel durch Reife erschöpft ist, seine Erhebung durch Sprossen verliert und in Reife untergeht, so dass die Frucht allein erscheint, zu den anfänglichen niedersten Erscheinungen der Pflanze und jedes Stengelstücks derselben sowohl dort als auch hier.

Insbesondere ausgezeichnet tritt dieser Vorgang auch bei Salvinia hervor. Demgemäss ist auch die Fructification derselben von Martius (Iconn. plantt. cryptog. brasil. p. 128) als terminalis beschrieben und als „succrescentibus caule foliisque lateraliter deflexa.“ Wie also die Frucht auf dieser Stufe als Wurzelknollen den Mittelzustand zwischen Wurzelwesen und

Stamm enthält, so tritt auch ihre Erscheinung in der *Mitte* zwischen diesen beiden Gegensätzen hervor. Dem höchsten Entäusserungstrieb in äusserer Germination des wirklichen Wurzelns tritt unmittelbar die Erhaltung im Keimtrieb durch Zurückziehung des Wurzelwesens in den Keim- und Embryozustand des Fruchtwesens entgegen. Denn in den Wurzelknollen wird überhaupt das Material des Wurzelwesens der äussern Abhängigkeit in wirklichem Wurzeln entrissen und als Keimgehalt, dem die Wurzelfähigkeit eingeprägt ist, innerlich aufbewahrt, indem der Wurzelknollen als axillarer Zweig oder Knospe sich der Natur des Axengebildes durch seinen innigeren Verhüllungstrieb nähert, und dieser ursprünglich im Gegensatz gegen das wirkliche Wurzeln und die äussere Germination hier als Fruchthülle erscheint.

Da die *Frucht* der *Rhizokarpen* noch nicht wahrhaft *innerlich in einem Blüthenreceptakel*, wie das *Pistill der Kotyledoneen*, erscheint, sondern noch *peripherisch* wie ein Sporokarp der Equisetaceen, also wie ein *axillarer Zweig* aus seiner *receptakelartigen* Grundlage oder aus dem Axenstück des Rhizokarpenstengels hervorgeht, so kann sie auch noch nicht in der vollen wahren Fruchterscheinung der Kotyledoneen mit der *höhern* Innerlichkeit und Natur des *höhern* Fruchtwesens auftreten. Wie daher die Spindel des Equisetaceenfruchtzapfens, obgleich sie ihrem Wesen und Ursprung nach pistill- und blüthenreceptakelartig erscheint, dennoch in den Axenstücken des Rhizokarpenstengels in die Natur eines gemeinen grünenden Axenorgans zurücksinkt, eben so sinkt die Rhizokarpenfrucht, statt die *wahre* Pistill- und Fruchtartigkeit der Kotyledoneen zu erlangen und zu behaupten, in den knospigen Zustand eines auf wenige

oder ein einziges rudimentäres Glied reducirten gemeinen Axenorgans oder axillaren Zweiges, in den Knollen- oder Knospenzustand mit *blüthenreceptakelartiger* Grundlage zurück.

Demgemäss erscheint auch der innere *Fruchtbau* der Rhizokarpen in den Gattungen, welche auf dem Eingang zur Familie stehen, wie eine Wiederholung der innern Räume und Luftgänge, welche in den einzelnen *gemeinen Stengelgliedern* der Equisetaceen und Rhizokarpen dazu gleichsam vorbereitet und vorgebildet sind. Denn *diese Stengelglieder* haben ja, wie wir bei den Equisetaceen nachgewiesen haben, ihre Abstammung aus der *Grundlage* des Fructificationsorgans *selbst* und erscheinen im Typus der Blüthen, so dass das Stengelglied, obwohl es bei seinem Zustand höherer Reife und Entäusserung gehaltlos ist, doch oft, wie hier, in seinem Bau die allgemeine Beschaffenheit des Fruchtbaues festhält. Da es eine Metamorphose aus der Frucht ist, so erscheint es, als ob es den Fruchtcharakter *anticipirt* habe und als ob die Frucht eine Metamorphose des gemeinen Axenorgans wäre, während doch *umgekehrt* das *Gegentheil* stattfindet. Diesen *Typus des Stengelbaues* im einzelnen Schaftglied der Equisetaceen enthält der innere *Fruchtbau* von Salvinia am vollständigsten, da hier wie im Equisetaceenschaftglied um eine grosse centrale Höhle, welche auf einem Mittelsäulchen die Blüthen enthält, viele vertikale weit engere parallel mit jener centralen verlaufende leere Luftgänge im Umfange vorkommen. Oben laufen diese wie Rippen auf dem Umfang hervorspringenden Luftkanäle zur Einheit zusammen und bilden ein kleines Knöpfchen. Auch ist jeder dieser Luftgänge in seinem Verlauf wie gegliedert durch sehr schwache horizontale Schei-

dewände in Querfächerchen getheilt. Bei Salvinia oblongifolia ist zwar die äussere Haut mit der innern der Centralhöhle verwachsen. Dennoch kann man die peripherischen Luftcanälchen, obwohl sie nur schwach sind, unterscheiden (s. Martius iconn. plantt. cryptog. bras. p. 128). Diesem Baue nähert sich auch Pilularia mit vier Längenfächern im Umfange der Frucht, wie eine Anthere, jedoch ohne eine eigentliche ausgebildete centrale Höhle, welche in Salvinia und dem Equisetaceenschaftglied ausgezeichnet vorhanden ist. Dadurch erscheinen die Früchte der Pilularia wie die Antheren überhaupt schon mehr im Bau der *unterirdischen* Schaftglieder und Wurzelknollen der Equisetaceen, die noch keine centrale Höhle haben. Eine noch reichere Produktion, dabei aber auch einen complicirteren Fruchtbau als bei diesen, zeigt Marsilea. Auch dem Fruchtbaue von dieser liegt der *receptakelartige* Typus des Stengelgliedes dieser Kreise, der sich übrigens auch dem wahren Fruchttypus der Phanerogamen mit Längs- und Querscheidewänden nähert, zu Grunde.

Die *Frucht* von Marsilea hat nämlich, da dieses Genus auf dem Eingang der Familie steht, wo die reichlichere Produktion vorherrscht, ähnlich wie in ihrem zusammengesetzt erscheinenden Blattwesen, im *innerlichen Bau* den Typus und Charakter von Zusammensetzung aus einzelnen Axenstücken mit dem Zustande des vorherrschenden Aufsprossens von Gliedern oder Knoten (Fächern). Obgleich diese Frucht äusserlich nur eine kurze, eiförmige, von den Seiten flach karpellartig zusammengedrückte continuirliche lederartige Haut darstellt, so hat sie dennoch einen complicirten *innern* Bau, welcher

im Allgemeinen einer aus zwei parallelen Reihen von Placenten oder Blüthenspindeln im Typus des fiederschnittigen Wedels bestehenden Inflorescenz entspricht. Daher hat sie nicht nur äussere karpellartige Form, sondern auch *innerlich* eine Annäherung an die Gegensätze u. Unterschiede von sog. Mittelrippe und von Blatthälften, welche sich sogar äusserlich nicht nur durch verschiedene Consistenz der Nähte, sondern auch dadurch bemerkbar machen, dass die Frucht an der Blatträndernaht halbzweiklappig aufspringt. *Innerlich* theilt eine Längenscheidewand (dissepimentum), welche in der Breitedimension der Frucht verläuft, gleichsam wie ein breites Mittelband *connectivartig*, wie in der *Anthere* der Kotyledoneen, die Fruchthöhle in zwei grosse Längenfächer, welche dadurch mit ihren zwei Reihen von seitlichen Säckchen Blatthälften ähnlich erscheinen. Doch reicht diese Längenscheidewand nicht völlig bis zur oberen Seite der Frucht. Hier aber (an der Blatträndernaht) verläuft ein freier Strang lockeren gallertartigen Zellgewebes. Von diesem Strang gehen kleinere seitliche Stränge aus, welche sich an der innern Wandung der beiden Blatthälften hinziehen und, da sie die Produktion der eigentlichen Blüthentheile (Eisäckchen und Pollensäckchen) enthalten, wandständige querlaufende streifenartige Fruchtböden (receptacula) genannt werden können. Somit erscheinen sie auch als *Placenten*, die somit in ihrem Hauptstrang von der Linie der sog. Blattränder des Karpells aus ihren Ursprung haben. Die zwei seitlichen, durch die Längenscheidewand (Connectiv) entstandenen, imaginären Blatthälften entsprechenden, Längenfächer sind überdies jedes durch etwa 7 — 8 Querscheidewände (septa) in Querfächer (loculli transversales) getheilt. Diese Querscheidewände

sind daher mit jenen verwandt, welche auch bei dem Stengel und blattartigen Zweig der Rhizokarpen und Isoeteen vorkommen und die Luftcanäle innerlich abtheilen. Von der Basis der Frucht aus verläuft an dem Rand der Längsscheidewand, welcher der Mittelrippenlinie angehört, ein *Gefässbündel*, welches Zweige zu den einzelnen Querscheidewänden abgibt, die sich vielfach vergabeln und anastomosiren, so dass dadurch ein Anschein von innerlichem Blattgeripp entsteht. Ausserdem ist die ganze innere Wandung der Frucht von Marsilea mit einer Schichte von weichem gelatinösem Zellgewebe ausgekleidet. Aus solchem Zellgewebe bestehen auch sowohl die Längen- als die Querscheidewände, wie nicht minder die zelligen Ei- und Pollensäckchen und die Placenten oder die querlaufenden Fruchtböden. Dass die innern Höhlen und Fächer nicht durch unbestimmtes Zerreissen von zufälligen Einwirkungen herrühren, sondern dass das Innere eine Zusammensetzung aus selbstständigen für sich abgeschlossenen in organischer Gliederung und Gegenbeziehung entstandenen säckchenartigen Organen ist, beweist nicht nur das genau geregelte Vorkommen der Querfächer in zwei Reihen, sondern auch die Erscheinung, dass alle Scheidewände doppelt sind, obwohl sie meist durch die dichte Verbindung in Verwachsung untereinander übergehen.

Um die Erscheinung und den innern Bau der *Frucht* der *Rhizokarpen*, vor Allem aber der Uebergangsgattung derselben, Marsilea, tiefer zu verstehen, muss man sich insbesondere die beim Vorgange der Umwandelung von Staubgefässen in Karpelle herrschenden Lebensmomente vergegenwärtigen. Denn wie das Sporokarp der *Equisetaceen* noch vorzugs-

weise im vorherrschenden Zustand der Reife und Aeusserlichkeit steht und dadurch dem niedern Blüthentheil, dem *Staubgefäss*, nächst verwandt ist, so ist die Frucht der *Rhizokarpen* zu erneuter vermehrter Reproduktion fortgeschritten und dadurch im Vergleich mit jenem Sporokarp vorzugsweise *pistillartig* geworden. Diese Metamorphose spricht sich am deutlichsten in der *karpellartigen* Fruchterscheinung von Marsilea aus.

Der Fortschritt aus dem Verstäubungsorgan in das Pistill geschieht auf den niedern Stufen, wo das Pistill dem Staubgefäss (hier Sporokarp) noch inniger verwandt ist, im Typus der karpellartigen Erscheinungsweise, indem das Karpell mit seiner expansiven, dem Blattwesen nahenden, Gestaltung den im Staubgefäss herrschenden Charakter der Reife und Aeusserlichkeit noch mehr enthält als das höhere in der Einheit der Composition der Theile stehende Pistill. Daher erscheint die Frucht von Marsilea innerlich und äusserlich vorzugsweise in dem der Blattgestaltung sich nähernden *karpellartigen* Fruchttypus. Darum erfolgt dieser Fortschritt auch durch die Kraft des höhern Reifegrades, welcher in dem Staubgefäss (hier Equisetaceensporokarp) einkehrt und das Gebilde dadurch an den Rand des Unterganges bringt, so dass in eben dem Maase der Erhaltungs- und Wiederherstellungstrieb dagegen einwirken muss. So kommt es, dass im Gegensatz und in der gegenseitigen Durchdringung beider höchsten Lebenstriebe mit dem Untergange des Organs der Wiederaufgang desselben in erneuter verjüngter Erscheinung *zugleich* eintritt. Diese Metamorphose steht daher im Gesetze der *Fortpflanzungsgeschichte*. Indem nämlich ein höherer Grad der Reife und Ent-

äusserung in das Equisetaceensporokarp eindringt, so muss dieses Axenorgan, dessen Spitze schon durch die in ihm herrschende Reife in Expansion gebrochen und dessen Sprossen gänzlich erschöpft ist, in seinem Innersten bis zu seinem Grunde von diesem Entäusserungs-, Verzehrungs- und Expansionstrieb ergriffen werden. Auf diesem Stadium der Reifeherrschaft müssen nicht nur die Sporensäckchen des Sporokarps, ähnlich wie die Antherenloculamente des Staubgefässes beim Uebergang desselben ins Karpell bei Missbildungen, in Reife untergehen, gleichsam wie nach der Verstäubung absterben, sondern es muss eben darum gegen diesen Untergang, zumal auf der Peripherie, der Erhaltungstrieb um so mächtiger werden. Wie daher bei dem Uebergang des Staubgefässes ins Karpell in demselben Maase als das Connectiv des Staubgefässes und das Filament durch die Reife expandirt werden, das Gegengewicht gegen die innerliche Expansion eine Wiederzusammenziehung, innigere Bindung, Verdichtung des Materials herbeiführt, so wird das Gebilde dem expansiven Entäusserungstrieb nicht völlig preisgegeben, da es darin völlig untergehen müsste, sondern es wird in diesem gemeinsamen gegenseitig geregelten abgemessenen Zusammenwirken beider höchsten Gegentriebe die erneute Hülle des Fruchtknotens des Karpells bewerkstelligt. In diesem gesetzlichen gegenseitigen Verhältnisse von centraler Entäusserung, Aushöhlung und centrifugaler Expansion, so wie von peripherischer Erstarrung, Bindung und Verhüllung entsteht das lederartige, verhältnissmässig sehr dicke, dichtest gewebte Perikarp der Marsilea-Frucht, welches aus mehreren Zellenlagen (3—5) zusammengesetzt ist, unter denen die mittleren (meist) gestreckte,

dickwandige, derbe, auf die Fläche senkrecht gestellte Zellen haben, so dass diese Erscheinung gleichsam eine Umkehrung, ein Gegentheil der Gestaltungsweise des Sporokarps der Equisetaceen enthält. Auf der Peripherie, wo das Sporokarp in viele sich öffnende Sporensäckchen zertheilt ist, hat die Marsilea-Frucht die Einheit der Bindung und des ununterbrochenen Zusammenhangs wie das Karpell im Gegensatz gegen die Antherenloculi des Staubgefässes. Dagegen ist das Centrum, das im Sporokarp noch eine solide Substanz oder im Staubgefäss noch die materielle Grundlage des Connectivs und des Filaments hat, in der Marsilea-Frucht wie im Karpell ausgehöhlt, an und für sich leer und erschöpft.

Der Fortschritt aus den Staubgefässen in die Karpelle liegt aber nicht allein in dem Fortschritt zur Herstellung eines höhern Zustandes von *Innerlichkeit* vermittelst der stärkeren Bindung und Hüllenbildung auf dem Umfang, sondern die *Umkehrung* der Lebensgeschichte schreitet auch zu jener Stufe fort, dass die *äusserliche*, dadurch in Reife *untergehende*, Erscheinung, also insbesondere die Antherenloculi oder hier die Sporensäckchen in *innerlicher* Produktion durch *Regermination* in verjüngter Anlage *wiederaufgehen*. Wie daher im Karpell, statt der an der Staubgefässspitze untergehenden äusserlichen Gebilde der Antherenloculi mit ihren gleichfalls dem Zustande vorherrschender Reife und Entäusserung angehörigen elementaren Keimen, innerlich die in Regermination neu erscheinenden Spermophoren mit Samenknospen in vermehrter Nahrungs- und Substanzfülle entstehen und in ihnen die gleichfalls zu vermehrter materieller Fülle regerminirenden Keime als Embryen sich bilden, und

wie ausserdem oft in der innern Fläche des Fruchtknotens eine eigenthümliche *Epidermis* erscheint oder wie die Narbe mit einem structurlosen Oberhäutchen (cuticula *Brongn.*) überzogen ist und wie im Staubweg ein papillöses Epithelium und sog. leitendes lockeres Zellgewebe in verjüngter Erscheinung producirt wird, eben so wird man im Innern der Fruchthülle von Marsilea und Pilularia, sowohl in der galatinösen Membran als in den Scheidewänden u. Säckchen, so wie in der Blüthenerscheinung, eine ähnliche Reproduktion gewahr. Vor Allem ist zu bemerken, dass, wie nicht nur das ganze Axenorgan des Equisetaceensporokarps, sondern auch dessen äussern Theile, die Sporensäckchen, in Entäusserung untergehen, so auch sowohl das Ganze als dessen Theile in erneuter Anlage und verjüngter Bildung innerlich wiederaufgehen. Wie daher die einzelnen in zwei Reihen wie Samenknospen stehenden und von dem an den Blatträndern des Karpells (Marsilea-Frucht) befindlichen Zellgewebsstrang ausgehenden Querfächer oder Quersäckchen die äusserlichen Sporensäckchen des Sporokarps der Equisetaceen in innerlicher vermehrter Erscheinung wiederholen, so repräsentirt auch der ganze Inhalt, also die allgemeine aus galatinösem Zellgewebe bestehende Membran, welche der Innenhaut der Mooskapsel gewissermaasen entspricht, im Zusammenhang mit dem übrigen Inhalt oder dem Gefässbündel an der Mittelrippenlinie und der Längenscheidewand sammt dem Zellgewebsstrang und den Quersäckchen (Querfächern) selbst die innerliche Anlage eines ganzen Axenorgans im verjüngten *Embryenzustande.* Es *wiederholt sich* der ähnliche *Fall,* wie die Innenhaut der Mooskapsel mit ihrer Columella einem *embryenartigen* Axenorgan in knospig ver-

schlossener Innerlichkeit entspricht. Wie aber dieses *embryenartige* Axenorgan der Mooscolumella im Fortschritt zur Aeusserlichkeit und Entwicklung nach Abwerfung seiner Knospenhülle (Theka) in den Zustand der höhern Bildung als Erscheinung des äusserlich gewordenen Sporokarps der Equisetaceen fortschreitet, so liegt auch dem embryenartigen Axenorgan (verjüngten Inhalt) der Marsilea-Frucht nicht mehr jene *einfache* Axenbildung der Mooscolumella mit der Innenhaut (Thallus) der Mooskapsel zu Grunde, sondern schon die zusammengesetzt erscheinende Anlage der höhern Stufe der Axenerscheinung. Wie daher der Fortschritt des embryenartigen Mooscolumellagebildes in die äussere Germination und Entwicklung die Erscheinung des Sporokarps herbeiführt, so führt auch die höhere Anlage des embryenartigen Axenorgans in der Marsilea-Frucht zur *höhern Erscheinung* des Zweiges oder zum Fruchtwedel der *Laubfarne*. Die Totalerscheinung des Gehaltes dieser Frucht steht schon im *Wedeltypus*, indem das Gefässbündel gleichsam der Mittelrippe und dem Strunk, so wie die Quersäckchen den Fiederstücken des Wedels entsprechen. Da demnach die Marsilea-Frucht einestheils den Untergang eines Axenorgans (Equisetaceensporokarps) durch die höhere Reife darstellt, wovon das Perikarp noch den erstarrten Rest zeigt, anderntheils aber im innerlichen, aus den Membranen, Säckchen, Placenten und dem Geripp zusammengesetzten, Gebilde den Wiederaufgang eines verjüngt erscheinenden in höherer Produktion, Form und Bildung angelegten *embryenartigen Axenorgans* enthält, so erfolgt sie nicht nur im Fortpflanzungsgesetz, sondern erlangt auch die den Blüthen eigenthümliche Differenzirung in die Gegen-

sätze von vorherrschender Reife auf dem peripherischen Produkt (wie in der Staubgefässerscheinung) und von vorherrschender Regermination in Wiederverjüngung im central und innerlich aufgehenden Gebilde (wie in der Pistillarerscheinung). Diese Differenzirung gibt sich auch in der zweiseitigen Polarisation des Gebildes kund, wodurch es sich in seiner äusserlichen Form der Blattartigkeit nähert, obwohl diese nur erst schwach in einem Gegensatz von Mittelrippe und Blattrandlinie ausgedrückt ist. Anderntheils ist es aber der innerliche Bau im Wedeltypus, durch den es sich noch mehr dieser Differenzirung hingibt, welche sich auch im Gegensatze des Gefässbündels und seiner Aeste an der Mittelrippenlinie gegen die weichen aus gelatinösem Zellgewebe bestehenden Membranen der Placenten und Quersäckchen, so wie der Längenscheidewand deutlich ausspricht. Denn wie das Erscheinen der Gebilde in fiederschnittigem Typus überhaupt diesen Gegensatz im Wechsel von Erschöpfung der Produktion und von Wiederholung dieser in Reproduktion des Blattpaares enthält, so zeigt dieses innere Gebilde der Marsilea-Frucht auch hierin einen höhern Fortschritt der Bildung als der ihm zu Grunde liegende Erscheinungstypus des Equisetaceensporokarps. Denn da in diesem diese Gegensätze noch nicht frei hervortreten können, sondern noch ineinander gebunden ausgeglichen sind, so dass die Theile der Composition, die Säckchen, simultan und quirlig im Kreise stehen, so entsteht zwischen jenem Sporokarp und der knospigen Wedelanlage in der Marsilea-Frucht ein ähnliches Verhältniss wie zwischen den Antherenloculamenten und den Samenknospen des Karpells. Darum schreiten auch die Quersäckchen des

innern Gebildes der Marsilea-Frucht zu einer höhern Produktion der Ei- und Pollensäckchen mit ähnlicher Differenzirung fort, während die Sporensäckchen der Equisetaceen nur erst die indifferente Sporenproduktion oder doch nur den niedersten Ansatz zur Differenzirung enthalten. Aus demselben Grunde hat sich auch das Gebilde der innern knospigen Anlage der Marsilea-Frucht aus dem eigentlichen Blatttypus dieser Familie erhoben, da dass Blatt, wie z. B. bei Marsilea, noch im Typus des Sporokarps erscheint, bei den Blättern der folgenden Genera aber die Reife und Expansion fast ausschliesslich herrscht. Vielmehr steht diese knospige Anlage, wie der Wedel, im Zustande vorherrschender Axenartigkeit, womit sie sich der Zweigbildung der *Rhizokarpen*, *Laubfarne* u. s. w. nähert. Da diese Zweige (Wedel) als verjüngte, aus der Mutterpflanze aufkeimende, Partikularaxenorgane ihrem Wesen nach *embryenartige Axenorgane* sind, welche *darum* in *Gipfelknospen (Circination)* vegetiren, und, da sie noch keine Knospen- oder Samenhüllen haben, ohne Embryozustand unmittelbar beim Entstehen auch auswachsen, so stimmt ihre Erscheinung mit dem Bau des knospig oder embryenartig in der Marsilea-Frucht erscheinenden Axengebildes mit vorherrschendem Wedeltypus überein. Darin, dass die *Frucht* der *Rhizokarpen* ein embryenartiges Axenorgan in sich erzeugt, hat sie noch eine mit der *Samenerscheinung* nächst verwandte Natur. Wie die Früchte, gleich den Karpellen überhaupt auf den niedern Stufen, z. B. bei den Cycadeen, Coniferen u. a. mit den Samenknospen und Samen, welche auch beim wahren Pistill gleichsam nur einsamige Karpelle sind, noch fast oder völlig

indifferent erscheinen, eben darum kann die Frucht der Rhizokarpen auch im Grundcharakter und in Function eines Samens erscheinen. Da aber dieser Inhalt der Rhizokarpenfrucht zugleich als Embryo und als Zweiglein erscheint und dennoch keines dieser Gebilde vollständig ist, so folgt auch, dass die Embryen und Zweige hier noch innigst verwandt sind, sowie dass die Fruchthüllen mit Samenknospen und gemeinen Stengelknoten fast indifferent sind. Auch hierin liegt der Beweis, dass das Fructificationsorgan auf dieser Stufe noch in die Natur der niedern Erscheinung einer *Axillarknospe* zurückgesunken ist, wie die Frucht denn wirklich auch bei mehreren dieser Sippschaften (Marsilea, Pilularia) in der *Blattaxille* erscheint. Das Perikarp der Marsilea-Frucht vertritt daher auch die Stelle einer Knospenhülle. Das innere Gebilde ist der eigentliche Knospengehalt, der darum auch bei den *Isoëteen* und *Ophioglosseen,* nachdem er die Frucht- oder Knospenhülle durchbrochen hat, als *wirklicher Zweig* mit der Inflorescenz aufkeimt, wie wir bei den *Isoëteen* und den *Ophioglosseen* im Besondern nachweisen werden.

Zwar geht auch das *Blattwesen* durch Metamorphose vermittelst erneuter Germination aus dem Fruchtgebilde hervor, wie die Abstammung der Blattscheide der Equisetaceen aus der Mooskapsel kund gibt. Allein darin zeigt sich doch der wesentliche Unterschied, dass das eigentliche Blattwesen seiner Natur nach als vorzugsweise *äusserliches* der Reife angehöriges Organ auch vorzugsweise in *äusserlicher* Germination gleichsam wie ablegerartig appendikulär erscheint, dagegen die *Zweige* wie *Embryen* aus dem Fruchtgebilde der Moose (Columella) und Rhizokarpen durch *innerliche* Germination und den

Process der Wiederverjüngung in selbstständig freiem Lebensakt hervorgehen, der auf die Reife nachfolgt, ja eine Reaction gegen diese ist.

Allein, obgleich die Früchte der Rhizokarpen zur Natur von *Axillarknospen*, ja zu Wurzelknollen, zurücksinken, so dass ein knospiges Axenorgan als Zweig in ihrem Innern angelegt wird, so geht daraus doch nach Abwerfung der Fruchthülle als Knospendecke durch Entwicklung des Inhaltes kein *wahrer gemeiner Zweig* hervor, wie die Zweigerscheinung der Isoëteen und Ophioglosseen beweist. Vielmehr muss auch dieser Zweig als *Embryo* die Natur seiner *Grundlage* haben und gleichsam im Charakter seiner *Mutterpflanze* erscheinen. Da diese als *Rhizokarpenfrucht* (wie zumal bei Marsilea und Pilularia) noch den Zustand vorherrschender *Indifferenz* zwischen den Gegensätzen von Reife oder äusserlicher Germination und von innerlicher Regermination hat, da sie sowohl Ei- als Pollensäckchen enthält, also Pistill und Androphorum zugleich ist, eben so muss auch der knospig angelegte Gehalt des Fruchtgebildes *gleichfalls* einen zwischen der Natur wahrer *gemeinen Zweige* und dem Wesen von *Inflorescenzen* schwebenden *Indifferenz- oder Mittelzustand* enthalten. Darum *vereinigen* die aus der knospigen embryenartigen Anlage in der Marsilea-Frucht sich entwickelnden Zweige der *Isoëteen* und die Stengelchen der *Ophioglosseen* noch *beide Gegensätze* von reifem Zustande der Aeusserlichkeit des wahren *gemeinen grünenden* Zweigs und von solchen Zweigen, die durch innerliche Regermination der Blüthen im Charakter von *Inflorescenzen* erscheinen, in einem und demselben Zweiggebilde, aus dem zuerst in den *Marattiaceen* die volle *Differenzirung* in wahre *gemeine* grünende

Zweige (*gemeine* Wedel) und in wahre *Inflorescenzzweige* (*fruchtbare* Wedel) einkehrt. Darum können aber auch die *eigentlichen gemeinen Zweige* der *Rhizokarpen,* obwohl sie pistillartig und im Parallelismus mit dem Pistill vorkommen, wie schon erörtert wurde, dennoch nicht vom Pistill *selbst* stammen, da dieses aus seiner höhern Innerlichkeit nur Zweige mit demselben Charakter (Samen) hervorbringt. Vielmehr haben *diese Zweige* ihren Ursprung aus der in sie *übergehenden* Grundlage der bei den Equisetaceen noch vorzugsweise staubgefässartig erscheinenden Sporokarpien. Denn wie die Staubgefässe durch Einkehr der erneuten Germination und vermehrten Reproduktion *pistillartig* werden, aber auf dem niedern Lebensabschnitt der Pflanze die *wahre Pistillartigkeit nicht erreichen,* so erscheinen die Rhizokarpenzweige in diesem Mittelzustande zwischen staubgefäss- und pistillartiger Natur. Beide stimmen daher auch in ihrer embryenartig schwachen Axenartigkeit überein, so wie beide ohne ruhenden Knospen- oder Embryenzustand erscheinen. Wie daher die Zweiglein des Equisetaceenschaftes, welche in ähnlicher staubgefässartigen Grundlage erscheinen, eben darum *peripherisch oberflächlich und extraaxillar* vorkommen, so haben auch die Zweiglein der Rhizokarpen noch dieselbe Erscheinungsweise, welche im Allgemeinen auch die Staubgefässe der Kotyledoneen in ihrer *peripherischen* Stellung auf dem Blüthenreceptakel und im Vergleich mit dem Pistill und den Petalen enthalten.

Da in den Rhizokarpen die *Differenzirung* des *Blüthenwesens* in die staubgefäss- und pistillartigen Gegensätze zwar *beginnt,* aber dennoch nicht durchdringend herrschend werden kann, so erscheinen die höhern Organe nicht nur in einem noch innigst ver-

wandten Zustand und in gleichartiger Bildung, da sich das pistillartige Organ (Eisäckchen) nur als eine wenig höhere Gradation des staubgefässartigen (Pollensäckchen) darstellt, sondern beide sind auch, obwohl in vielen wiederholten Akten der Produktion erscheinend, noch wie *knospig* in einem einzigen *gemeinsamen* Gebilde, der Fruchthülle, eingeschlossen, so dass hier zuerst die Geschlechtsnatur statt der Indifferenz des Sporokarps sich im innerlichen Gegensatz kund zu geben anfängt. Wie das ganze Gebilde der *blüthenreceptakelartigen* Marsilea-Frucht in dem *Mittelzustand zwischen* Staubgefäss- u. Karpellbildung schwankt, worin die Differenzirung noch nicht völlig durchgeführt ist und die Gegensätze noch nicht scharf ausgeprägt hervortreten können, eben so ist eine ähnliche Unentschiedenheit und Schwebe zwischen den Gegensätzen im Fruchtinhalt wahrzunehmen, die sich im Allgemeinen schon daraus ergibt, dass derselbe knospig oder embryenartig im Wedeltypus angelegt ist und dennoch ohne eigentliche Entwicklung der *Gegensätze* dieses Wedeltypus erscheint. Statt der Blättchen des Wedels sind erst Quersäckchen oder Querfächer, und selbst diese sind einander noch nicht eigentlich opponirt, da selbst ihre Membranen oder Scheidewände verwachsen sind. Dennoch liegt in diesem innern Bau schon der Anfang zur Differenzirung. Denn wie der Erscheinung des Wedels als Zweiges der Laubfarne ursprünglich der *einfache* ungetheilte Zweig zu Grunde liegt, der in dem Isoëteenzweig noch nicht einmal eine Spur wedelartiger Erscheinungsweise kund gibt und erst auf dem Ophioglosseenstengelchen in Entzweiung und Zertheilung sowohl des Fruchtträgers als des sog. Blattes tritt, eben so geht auch das innerliche Fruchtgebilde von

Marsilea von der Einheit und Einfachheit der axenartigen Grundlage aus, nämlich von der Voraussetzung der Innenhaut der Laubmoostheca mit der Columella. Zwar zeigt sich in dieser Erscheinung schon ein Anfang zur differenten Gestaltung, da der centrifugale Expansionstrieb am Umfange und an der Basis, in der Hautbildung, dagegen der Concentrationstrieb in der Einheit und Einfachheit des centralen Gebildes der Mooscolumella herrscht. Allein darin zeigt sich nur die erste allgemeine Differenz der Pflanzenerscheinung im Gegensatze von horizontaltreibendem Wurzel- und von aufstrebendem einigendem Stammwesen, welche noch gegeneinander wie gleichgültig auseinanderliegen wie Thallus oder Vorkeim und aufstrebendes Stengelchen. Indem aber die höhere Differenzirung und Entzweiung in das Ganze tritt, so treten damit auch die Gegentriebe in innigere Gegenbeziehung, so dass die Gestaltung aus dem Verhältnisse der gegenseitigen Durchdringung der Gegentriebe hervorgeht. Wie das Ganze, das ursprünglich Einfache, durch den höhern Reifegrad in Theile zerfällt, so tritt auch jedem Theilungsakt wieder die Reaction der Bindung und Wiedervereinigung, jedem Verzehrungs- und Entäusserungsakt der Wiederherstellungstrieb in Regermination und vermehrter Produktion entgegen. Daher bilden sich die Theile im Charakter des Ganzen wie die sog. Fiederstücke des Wedels. Die *eine* ganze Innenhaut wird in Partikularmembranen oder einzelne Quersäckchen getheilt, welche unter sich wieder die geregelte Ordnung und Stellung zu einem organisch gegliederten Ganzen, wie im Wedel die Blättchen, zeigen. Dies sind aber schon secundäre Differenzen. Die erste Polarisation beginnt schon in dem noch

einfachen Organ, sowohl durch Entzweiung und Spaltung, gleichsam Verzweigung in zwei sog. Blatthälften, als auch durch die Gegensätze einestheils von vorherrschender Lösung an der sog. Blatträndernaht, hier in dem Strang gelatinösen Zellgewebes, mit dem die Quersäckchen zusammenhängen, anderntheils von vermehrter Produktion in dem Gefässbündel an der sog. Mittelrippenlinie und in dessen Verästelung. Zwischen beiden Polen verlaufen daher auch von einem zum andern in die Quere an der Wandung des Perikarps in den einzelnen Quersäckchen einzelne erhabene Streifen oder kleinere seitliche Stränge des gelatinösen Zellgewebsstranges, wovon jeder wie ein Spindelchen oder Fruchtboden für die Blüthen erscheint und in einer einseitigen Reihe viele Blüthen trägt, welche in die Säckchen hineinragen und fast lothrechte Richtung zur Längenscheidewand haben. Jede dieser kleinen Blüthen stellt schon eine Einzelblüthe vor, indem auf den einzelnen Punkten ein gestieltes aus Zellgewebe zusammengesetztes ellipsoidisches Eisäckchen, gleichsam wie ein Pistill vorkommt, das aber nur *ein* Eichen einschliesst, und um dieses mehrere viel kleinere kolben- oder birnförmige zellige Säckchen sitzen, welche den Antheren entsprechen, wenn man jenes einem Pistill analog hält, die gleichfalls, wie jenes, nur *ein* Säckchen enthalten. Auch aus diesem Betracht geht hervor, dass das Innere der Marsilea-Frucht einen *Blüthenzweig*, eine *Inflorescenz* im Knospenzustand (alabastrum) vorstellt und somit im Typus eines *fruchtbaren Wedelchens*, obwohl noch als Blüthenknopf, erscheint. Denn stellt man sich vor, dass diese Fruchthülle aufspringe und abfalle, dagegen das innerliche jugendlich angelegte Embryengebilde oder knospige

Zweiglein in der Breiterichtung der beiden Klappen oder Fruchthälften von der Blattränderlinie her sich öffnend ausbreitet, die Membran der Längenscheidewand in ihre beiden Lagen getrennt wird und die Quersäckchen gleichfalls aus der Verwachsung ihrer Membranen in die Scheidung und Oeffnung gehen und je zwei sich gegenüber liegenden sich von den benachbarten zweien über und unter sich entfernen, so kämen die beiden Hälften des fruchtbaren Wedelchens mit den Fiederstücken zum Vorschein, so dass die Blüthchen mit Fruchthäufchen auf der Unterfläche der Wedel der Laubfarne verglichen werden könnten. In diesem Sinne erscheint das Perikarp der Marsilea-Frucht auch als eine in die Natur einer *Knospendecke* (perula) herabgesunkene Hülle für den knospigen Blüthenzweig oder die Inflorescenz, welche in dem Perikarp wie in einem *Knoten* oder verschlossenen *Blüthenreceptakel* noch zurückgehalten und erst auf den folgenden Gradationen der Entwicklungsgeschichte, wo die Reife steigt, frei gelassen wird. Darum könnte man dieses Perikarp (indusium *Mart.*) auch füglich mit dem gemeinschaftlichen Blüthenboden (clinanthium) der *Syngenesisten* oder dem sog. Blüthenkuchen, Blüthenlager (cœnanthium) der *Artokarpeen*, welches bei Ficus gleichfalls fast ganz geschlossen ist, in Parallele stellen und mit einer allgemeinen Bennenung: Conceptaculum flosculorum s. inflorescentiæ clausum oder *geschlossenen Blüthenbehälter* (involucrum clausum) nennen. Dennoch kann nicht, wie Bischoff (s. dess. Lehrb. d. Bot. I. S. 437) behauptet, die Fruchthülle von Marsilea aus *zwei Blättern* zusammengesetzt sein. Diese Erklärung ist eben so unstatthaft als dessen Deutung der zwei apophysenar-

tigen Höckerchen, die sich am Grunde der Frucht von Marsilea befinden. Denn diese Höckerchen sollen nach seiner Deutung die beiden übrigen Blättchen des normal vierblättrigen Blattstiels von Marsilea andeuten, welche nicht in die Bildung des Fruchtbehälters eingehen, sondern in diese Höcker umgewandelt seien, so dass darum auch die Fruchthülle von Marsilea mit der nach seiner Ansicht aus vier Blättern zusammengesetzten Frucht von Pilularia in Einklang stünden. Eben so wenig kann man Schleiden beistimmen, welcher (s. dess. Grundz. d. wissenschaftl. Bot. II. S. 104) meint: „es sei aus der Stellung der meisten Früchte der Rhizokarpen überwiegend wahrscheinlich, dass man es nur mit einer kleinen Portion eines *Blattes* zu thun habe, welche sich im Innern so verschiedenartig ausbilde."

Der *Fruchtbau* von *Pilularia* unterscheidet sich ganz wesentlich vom Fruchtbaue der vorausgehenden Marsilea und beide sind eben so sehr verschieden vom Fruchtbaue der folgenden Salvinia und Azolla. Bei Marsilea herrscht sowohl äusserlich in der karpellartigen Gestaltung als innerlich in dem wedelartigen Typus des knospig angelegten Inflorescenzzweiges der Charakter des Expansions- und Entäusserungstriebes vor. Dagegen ist bei der Frucht der folgenden drei Gattungen schon der Typus der Gestaltung im Wesen der höhern Erscheinung der Axenorgane eingekehrt. Bei Pilularia sind die Gegensätze von centraler Expansion und peripherischem Verschluss gegen einander im Ebenmaas ausgeglichen. Die Fruchthülle von Pilularia ist nämlich nach allen Seiten im Umfang fast gleichmässig zur Kugelform expandirt, so dass sie darum auch in der Reife mit vier Klappen bis zur Hälfte

derselben von der Spitze her (halbvierklappig) aufspringt. Die innere Höhlung derselben ist gleichfalls mit einer lockerzelligen Membran von gallertartiger Beschaffenheit ausgekleidet. Diese Membran zieht sich von den einzelnen dieser vier Klappen aus gegen das Centrum der Fruchthöhle und bildet vier den einzelnen Klappen angehörige und deren innerer Wandung fest angewachsene geschlossene Säckchen, welche aber in der Axenrichtung der Frucht aufwärts, nicht wie bei Marsilea in die Quere gestellt sind und in dem Centrum, wo sie sich nähern, einen engen Raum zwischen sich lassen, von wo aus beim Aufbruch der Klappen in Reife ebenfalls diese Säckchen auseinanderweichen, ohne sich jedoch selbst zu öffnen. Nach der Längenrichtung jeder Klappe erhebt sich auf der innern Wandung derselben und in ihrer Mittellinie verlaufend von der Basis her ein ziemlich dicker, in die Höhle des Säckchens stark hervorspringender, mit der allgemeinen innern Membran wie eine Fortsetzung von ihr zusammenhängender Längenstreifen von gelatinösem Zellgewebe, welcher zum *Blüthenspindelchen* oder Receptakelchen wird, von dem die Blüthentheile, welche mit denen von Marsilea in Bildung nahe verwandt und fast gleich sind, ihren Ursprung nehmen und in die Höhle des Säckchens hineinragen. Die Früchte der Gattungen Marsilea und Pilularia stimmen miteinander auch darin überein, dass die Blüthenträger oder Receptakeln (Spindelchen) *wandständig* (parietales), obwohl dort quer-, hier vertikallaufend, sind, während sie bei Salvinia und Azolla *mittelständig* (centrales) erscheinen.

Kann man jenen schon wegen dieser peripherischen Stellung ihrer Blüthen noch eine An-

näherung zur sporokarpien- und staubgefässartigen Erscheinungsweise beimessen, so kann man die *mittelständige* Erscheinung des Blüthenwesens der letztern, das von einem spermophorumartigen Mittelsäulchen ausgeht, pistillartig nennen. Da die Blüthen von der *receptakelartigen* Grundlage oder dem reif erscheinenden Axenorgan ausgehen, so wird man auch hier gewahr, dass wie bei den Kotyledoneen die Staubgefässe bei ihrem Charakter von Reife nicht nur früher sind, als die in Ueberreife und Regermination erscheinenden Pistille, sondern auch, dass sie, wie sie dem Charakter der Aeusserlichkeit vorzugsweise angehören, auch ein vorherrschend äusserliches Vorkommen einhalten, so dass in der Metamorphose der Rhizokarpenfrucht dieselbe Stufenfolge der Erscheinung im fortschreitenden Wechsel der einzelnen Genera stattfindet. Denn auf dem Eingange der Familie findet sich in der Frucht von Marsilea vorzugsweise der sporokarpienartige Typus in der Erscheinung der Inflorescenz ihres Innern gleichsam wie eines fruchtbaren Wedelchens. Die in der *Mitte* der Familie stehende Pilularia enthält aber statt dieses Typus eines fruchtbaren Wedelchens der Marsilea-Frucht in ihrem Inhalt schon die Grundgestaltung eines höhern Gebildes der Inflorescenz nämlich die Erscheinung im Typus eines Spadix (der Palmen z. B.) oder einer Aehre mit reihenweise gestellten Blüthen. Demnach steht der Inhalt der Früchte von Marsilea und Pilularia in einem Verhältnisse wie die fruchtbaren Zweige (Wedel) der Laubfarne und die fruchtbaren Zweige (Blüthenkolben) der Palmen oder die ährenförmigen Inflorescenzen der Monokotylen überhaupt. Da sich aber die Zweige verschiedener Stämme zu einander verhalten müssen wie die Stämme selbst, so kann auch

daraus geschlossen werden, dass sich im Allgemeinen die Früchte von Marsilea und Pilularia zu einander verhalten wie die Axenorgane der Laubfarne (oder Akotylen überhaupt) zu denen der Monokotylen. Um daher diese Unterschiede, und (da sich auch in den Gattungen auf dem Ausgang der Familie (Salvinia und Azolla) die pistillartige oder die Zweiggrundlage der *dritten*, der dicotylischen Stufe der Stammbildung des Gewächsreichs kund gibt) um die Charakteristik und Verschiedenheit der *drei* in der Familie der Rhizokarpen hervortretenden Typen des innern Fruchtbaues tiefer zu verstehen, müssten wir die *drei* allgemeinen Stufen der Stammbildung in den drei grossen Abtheilungen des Gewächsreichs der Akotylen, Monokotylen und Dikotylen zuerst abhandeln, da die ähnliche Stufenfolge in den drei Fruchtgattungen der Rhizokarpen befolgt wird. Allein, da dies hier zu umfangreich werden müsste und wir es ohnehin so bald als möglich in einer unserer nächsten Schriften ausführlich zu thun vorhaben, so müssen wir uns *hier* mit einigen allgemeinen Andeutungen über diese Verhältnisse begnügen. Wir werden nämlich in der hiermit versprochenen Abhandlung nachweisen, dass die *Stamm- und Zweigbildung* in den drei grossen Abtheilungen des Gewächsreichs, weil sie ursprünglich mit der Erscheinung des Fructificationsorgans indifferent ist, dieselben *drei* Stufen der Umwandlung und in *demselben* wechselnden Lebensprincip durchwandert wie das *Fortpflanzungsorgan* und die *Keimbildung* selbst. Wie daher diese *Axenorgane* in *drei* Stufen als *Sporokarpien, Staubgefässe und Pistille* vorkommen und wie es in demselben Parallelismus *drei* Lebensstufen der Keimerscheinung als Spore, Pollenkorn und Embryo gibt, so steht auch

die Erscheinung und der Bau des Akotylenstammes und seiner Zweige in demselben Lebensprincip und Charakter, in welchem das Sporokarp steht, während der Monokotylenstamm in der androphorum- und staubgefässartigen Grundgestaltung erscheint und der Dikotylenstamm dem Princip der pistillartigen Erscheinungsweise angehört. Dieselben *drei* Grundtypen der Gestaltungsweise der Axenorgane des Gewächsreiches überhaupt sind in den charakteristischen Unterschieden der dreierlei verschiedenen innern Produkte der Früchte der Rhizokarpen nicht zu verkennen. Die wedelartig in der Marsilea-Frucht angelegte Inflorescenz hat noch eine reichliche Fülle von Säckchen mit den Fortpflanzungsorganen. Diese stehen in zwei Reihen, wie meist die Sporenkapseln am gemeinsamen Träger, wie z. B. bei den Ophioglosseen und Marattiaceen oder wie die Fruchthäufchen (sori) bei den eigentlichen Laubfarnen. Sie stehen noch successive u. folgen absatzweise zwei und zwei (wie *fiederförmig*) an der gemeinsamen Spindel und haben somit nochein allmähliges Erheben, wie die absatzweise Addition und Zusammensetzung des Ganzen in allmähliger Folge von Einzelheiten, die erst später zur Einheit eines Ganzen zusammenschliessen. Da dies im Allgemeinen zum Charakter der Erscheinung bei den Akotylen gehört, so finden sich dieselben allgemeinen Lebensmomente auch in dem Inhalte der Marsilea-Frucht. Allein wie im *Staubgefäss* die Vielheit der Sporenkapselchen auf *vier* Antherenloculamente zurückgesunken ist und diese nicht mehr im Erheben und Sprossen übereinander gestellt sind, sondern simultan bei erschöpftem Sprossen gleich hoch im Kreise quirlig stehen, so zeigen sich die vier im Kreise und in

vertikaler (nicht mehr horizontaler) Richtung stehenden Säckchen mit den Blüthenstreifen im Innern der Frucht von Pilularia im antherenartigen Typus.*) Hier ist also schon mit der Erschöpfung der Produktionsfülle zugleich die Einheit über die Vielheit, die Gemeinschaft und Geselligkeit über die Vereinzelung und über die Erhebung über einander, das geregelte Maas und die bestimmte Zahl über die ungemessene Fülle überwiegend geworden. Allein aus diesem Fortschritt zur Ordnung und Gesetzlichkeit der Produktion, worin das Leben sich von den regellosen Reizen und Antrieben der Abhängigkeit von aussen zur Selbstständigkeit erhoben hat, sinkt es wieder, wie im Fortschritt der Vegetation der Kotyledoneen aus den Staubgefässen in die Pistille, in die Fesseln der wieder vermehrten materiellen Fülle zurück, kommt unter die Macht der erneuten Ernährung und in die Leiden durch die Abhängigkeit von der wiedereingreifenden äussern Germination. Demnach durchdringen sich in dem

*) Wir wären doch begierig zu erfahren, wie Bischoff und Schleiden ihre Behauptung von einer *angeblichen Zusammensetzung* der Pilularia-Frucht aus *vier Blättern* rechtfertigen wollten. Denn es liegt hier eine ganz ähnliche Erscheinung vor, als die *Schote* der *Cruciferen* darbietet. An der Erklärung der angeblichen Zusammensetzung der *Schote aus Blättern* haben aber schon die verschlagensten Köpfe der Botaniker ihre Kräfte versucht und lange Abhandlungen und Erörterungen darüber drucken lassen, ohne etwas Geniessbares darüber vorzutragen. Der einfache Grund dieses Misslingens liegt nämlich darin, dass diese Annahme einer Zusammensetzung irrig und die Schote gleichfalls ein im *Antherentypus* erscheinendes androphorumartiges ursprünglich einfaches Axenorgan ist fast wie der caulis quadrangulus.

Gehalt der Früchte von Salvinia die Gegensätze von innerer und äusserer Germination, von Fortpflanzungs- und Vermehrungsgeschichte, so dass eben so sehr die Pistille oder die sog. Mittelsäulchen dieser Früchte in *Zweiglein* sich verästeln, als sie *Eisäckchen* und *Samenknospen* hervorbringen. Dieselbe Differenzirung gibt sich im ganzen Fruchtgebilde kund, da Staubsäckchen und Eisäckchen in verschiedenen Fruchthüllen bei Salvinia getrennt, wie bei der Monöcie, vorkommen, also das eine Gebilde vorzugsweise dem Lebensmoment der Reife, das andere dem der vermehrten Reproduktion angehört. In dem Fruchtinhalt nimmt die äussere Germination und die Entwicklung aus der knospigen Grundlage so sehr überhand, dass sie an den Zustand eines gemeinen Axenorgans grenzt und statt Samenknospen zu entwickeln in mehr oder weniger Zweiglein ausbricht, an denen keine oder nur spärliche Eisäckchen sitzen. Daher fehlt hier das gelatinöse Zellgewebe des Innern der Früchte von Marsilea und Pilularia, da es in die vermehrte Produktion der innern Gebilde verbraucht ist. Wie aber hier noch die Staubgefässe (Staubsäckchen) mit den Pistillen (Eisäckchen) verwandt sind, ergibt sich auch daraus, dass die Pollensäckchen gleichfalls aus dem Centrum und einem Mittelsäulchen daselbst hervorgehen.

Wie da, wo das Pistill erscheint oder wo im Centrum die vermehrte Produktion heranwächst, die peripherische vorzugsweise der Reife angehörige schon abstirbt, ergibt sich auch aus dem Bau der Fruchthülle von Salvinia, welche nur in der grossen centralen Höhle eine Produktion hat, während die peripherischen Luftkanäle, wie oben schon bemerkt wurde, wie entleert sind. Demnach

ist auch diese Frucht mit dem Equisetaceensporokarp verglichen, eine völlige Umkehrung der Erscheinung, wozu schon in den Früchten von Marsilea und Pilularia der Anfang gemacht wurde, da die Säckchen mit den Blüthen, welche beim Sporokarp der Equisetaceen äusserlich waren, hier *innerlich* wurden, obwohl sie hier noch *wandständig* sind. Salvinia aber geht weiter, da die centrale Erscheinung statt der peripherischen einkehrt. Ungeachtet dieser Zurückziehung der Keimbildung nach dem Innersten kann sich diese dennoch nicht völlig gegen die Entäusserung durch die höher gesteigerte Reife retten und bewahren, da nicht nur das Mittelsäulchen in Zweige zerlegt wird (wie z. B. bei Salvinia oblongifolia mit Columella penicillato-ramosissima *Mart.*), sondern auch das Perikarp durch die Expansion seine Kraft höherer Innerlichkeit u. Bindung vermittelst lederartiger Beschaffenheit, die es in den vorausgehenden Gattungen hatte, verliert und in eine zartzellige Haut schwindet. Ja bei Salvinia (oblongifolia) geht dieses Verhältniss von Entäusserung des Inhalts oft so weit, dass die letzten Verzweigungen der Aestchen des Mittelsäulchens wie Blattgeripp in der Substanz der Hülle vertheilt sind, also das peripherische und centrale Gebilde zur Indifferenz zusammenfliessen (ramulis ultimis in sporangii membranam transeuntibus *Mart.*). Geht daher dieser Entäusserungstrieb aufs Extrem, so treten die Verzweigungen als freies Wurzelwesen hervor, wie da und dort z. B. bei Salvinia oblongifolia, wo ein Theil des Mittelsäulchens in Wurzeläste, die auf der Spitze ein Büschel von Wurzelzasern enthalten, ausbricht, der andere noch Fruchtzweige enthält. Dieses Zurücksinken der Frucht aus der *innerlichen* Germination ihrer

wurzelknollenartigen Anlage in die *äussere* Germination durch *Uebergang* in wirkliches Wurzeln bei Auflösung des Embryozustandes und der Innerlichkeit ist um so bedeutsamer auf dieser Stufe, als man dasselbe Ueberwiegen der äussern Germination *hier* auch bei der *Embryenbildung* selbst gewahr wird, wovon unten weiter gehandelt werden wird. Diese erneute äussere Germination deuten auch die vielen reihenweise stehenden Papillen auf den Blättern von Salvinia an, wie nicht minder die so reichliche Behaarung des Stengels, der Blätter, Wurzelzasern und selbst der Fruchthüllen.

Gehen wir von dem Ueberhandnehmen dieses Lebensmomentes der vermehrten Reproduktion aus in die Beurtheilung des Baues und Wesens der Fructificationsorgane von *Azolla*, so sind diese Gebilde durch einen weitern Fortschritt der Herrschaft dieses Organisationsmomentes ausgezeichnet. Zwar wird das Verständniss dieser Erscheinungen, ungeachtet der im Ganzen sorgfältigen, vor den ungenügenden Beschreibungen Rob. Browns (im 1. u. 3. Bd. von dess. vermischt. Schrift.) und Meyens (act. acad. nat. cur. vol. XVIII. p. I.) ausgezeichneten Darstellung von Martius (s. dess. iconn. plantt. crypt. bras.), noch durch so manches Dunkel und Mangelhafte in den Beschreibungen getrübt. Martius selbst schreibt: „Azollæ genus multis premitur dubiis atque lubenter confiteor, ea quoque, quæ ipse tam descriptione quam iconibus protuli, haud ita mihi videri comparata, ut in iis possimus adquiescere.“ Schleiden behauptet: „Azolla ist, wie ich glaube, noch lange nicht genügend untersucht; was man bis jetzt gefunden, lässt gar keine Beziehung auf analoge Organe bei den Rhizokarpeen zu.“ Dennoch glauben wir, eine solche

Beziehung deutlich ausgedrückt zu finden und unternehmen deren Darstellung.

So viel können wir nämlich als sicher herausfinden, dass durch die höhere Steigerung der *erneuten Germination und vermehrten Reproduktion* in dieser Gattung eine *höhere Stufe* der Erscheinung und Bildung der *Fructificationsorgane* als bei der vorausgehenden eingetreten ist. In Folge dieser sind insbesondere die Samenknospen, welche in den vorausgehenden Gattungen noch im Zustande der Reife und Passivität erscheinen, so lange sie in der Mutterpflanze sind, *hier* schon *in der Fruchthülle* selbst in die Gestaltung *wirklich germinirender* entwickelter Samenknospen dieser Familie fortgeschritten, zu welcher die Samenknospen der andern Gattungen erst nach ihrem Abfall von der Mutterpflanze und erst durch *ihre Umwandlung bei der Embryenbildung* gelangen. So können sie sich der karpellartigen Erscheinung nähern, aber in diesem zwischen der entgegengesetzten Blüthenerscheinung schwankenden Zustand nur ein *Zwittergebilde zwischen Sporokarpien- und Karpellartigkeit* darstellen, während dagegen in den Antheridien die Mutterzellen des Pollens sich zu zelligen Pollensäckchen durch die einkehrende Reproduktion der Vermehrungsgeschichte erheben, obwohl kein *wahrer* Pollen vorzukommen scheint. Es finden sich nämlich wie in Salvinia die Fortpflanzungsorgane in zwei verschiedenen Gebilden, welche an der Basis des Stengels und der Zweige fast zwischen und neben den Wurzeln in geringer Anzahl aufsitzen oder nur wenig gestielt sind und bald auf demselben Individuum monöcistisch, bald diöcistisch vorkommen. Das eine ist sowohl im Bau als nach seinem Inhalte vorzugsweise *staubgefäss-* oder

vielmehr *antheridienartig*, das andere *karpell*- oder vielmehr *samenknospenartig*. Dass aber beide dieselbe verschiedene Function wie Staubgefässe und Pistille bei den vorausgehenden Gattungen haben, ist noch nicht beobachtet. Aus unserer folgenden Darstellung wird aber hervorgehen, dass diese in der Differenz erscheinenden Blüthentheile, obwohl ihnen der Typus der Blüthenerscheinung zu Grunde liegt, *eben so wenig als in den Characeen* die Function *wahrer* Blüthentheile haben können, und zwar aus demselben Grunde, weil ja diese Gebilde (wie bei den *Isoëteen*) *über* das wahre Blüthenmoment durch die erneute Germination schon hinausgeschritten sind. Das Fruchtgebilde, welches von uns für das sog. *männliche* erklärt und *Antheridium* genannt wird, aber von Rob. Brown und Martius für das *weibliche* gehalten und organum indusiatum genannt wurde, enthält in einem fast kugeligen oder eiförmigen oben zugespitzten zellighäutigen unregelmässig zerreissenden Säckchen (indusium Mart., involucrum R. Br.) sehr viele (nach Martius gegen 50) kugelige oder etwas zusammengedrückte zartzellige Kapselchen (sporangia Mart.) auf langen aus zwei Zellenreihen bestehenden Stielen, die von dem Grunde der Hülle ausgehen. Jedes dieser Säckchen ist mit 4 — 8 gedrängt liegenden *feinzelligen Kügelchen* (gongyli *Mart.*, granula *Auct.*, semina *R. Br.*) angefüllt, auf deren Oberfläche sich ziemlich lange wasserhelle Härchen entwickeln (globuli piliferi *Mart.*), sobald dieselben die Kapselchen verlassen haben. Die einzelnen Kügelchen erscheinen in ihrem Innern selbst wieder aus kleinern Kügelchen, die theils grün, theils gelb sind, zusammengesetzt, wie wenn sie mit Oeltröpfchen erfüllt wären. Dass die Struktur dieser

Kügelchen Analogie mit der des Pollens zeige, gibt Martius selber zu, indem er schreibt: „globuli piliferi, auctoribus semina, nobis — ne nomine careant — gongyli dicti, summam sane cum pollinis structura monstrant analogiam eorumque nonnullos vidi vesiculæ organi calyptrati arcte adhærentes; nil tamen certi de eorum significatione proferre audeo.“ Dennoch hat er sich, wie es scheint, im Glauben an Rob. Brown's vermeintliche Infallibilität verleiten lassen, der bessern Einsicht untreu zu werden und diese Gebilde für *weibliche* auszugeben.

Das von uns für das *weibliche Fortpflanzungsorgan* erklärte, von Martius und Andern aber für das *männliche* ausgegebene Fructificationsgebilde (organum calyptratum *Mart.*), welches man etwa auch für ein Zwittergebilde halten und gynandrisch nennen könnte, ist bei Azolla microphylla länglich oder spindelförmig von verschiedener Grösse. Die Hülle (calyptra) ist ein zellig häutiges Säckchen, welches ringsum auf- und abspringt, so dass nur sein Grund zurückbleibt. Der Gehalt innerhalb der Calyptra besteht aus einem Gebilde, das aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen zusammengesetzt ist. Der unterste fast kugelige Theil stellt eine *grünliche Blase* (vesicula virescens *Mart.*) dar von etwas harter Consistenz der Haut. Das obere Gebilde hat festere Substanz und dichteres Gefüge von weisser Farbe. Die Blase schliesst in ihrer sehr dünnen halbdurchsichtigen Membran Kügelchen ein, welche reihenweise geordnet und mit einer körnigen oder bröckeligen Masse angefüllt sind. Die innere und äussere Fläche der Blasenmembran erscheint von feinen Wollflöckchen überzogen, fein sammethaarig. Ueber der Blase und ihrem obern Ende aufgesetzt

erhebt sich ein anfangs ringförmig über den Umfang des Gebildes hervorspringender mit einer flachen Basis beginnender Körper, der auf der obern Seite drei leere Gruben zeigt. Ueber diese kurze Basis erhebt sich ein centrales Säulchen (columnula centralis *Mart.*), welches aus sehr feinen unter sich verflochtenen soliden Haaren zu bestehen scheint und sich bis zum Grunde der Vesicula und Calyptra hinabzieht. Von dem Mittelsäulchen gehen unterhalb seiner Spitze seitlich abwärts drei umgekehrt konische weisse schenkelartige Vorsprünge aus, die sich etwas schräg abwärts ziehen. Jeder trägt auf seiner Spitze ein konisches oder elliptisches stumpfes *Läppchen* (lobulus *Mart.*), welches von dichter fester Consistenz erscheint, da es aus dem Gefüge von sehr zarten Zellen gebaut ist Von Farbe ist es gelblich. Anfangs liegt es der Grube am Grunde der Axe fest auf. Später ist jedes ein wenig erhoben, so dass die Gruben etwas zum Vorschein kommen.

So seltsam wunderlich und räthselhaft dieses wohl einzig im Gewächsreich dastehende Fruchtgebilde zu sein scheint, so wird dessen Verständniss dennoch völlig klar, wenn man sich die *Fruchthülle* desselben, die *Calyptra*, als *Eisäckchen* und den Inhalt, wie wir schon oben angedeutet haben, als ein *entwickeltes Eichen* oder eine *aufgekeimte Samenknospe* vorstellt. Diese Gebilde kommen jedoch, da sie auf diese Einzelheit der Produktion reducirt sind, in einem grössern *materiellen* Maasstabe vor, als die Eisäckchen und Samenknospen der vorausgehenden Gattungen, obwohl auch bei diesen die Samenknospe bei der Keimung eine durch Entwicklung des Knospenkerns mitunter grössere materielle Fülle als

hier erlangt. Auch von dem Embryosac (grünliche Blase) der Samenknospe dieses Gebildes gilt dasselbe im Vergleich mit dem Embryosack der vorausgehenden, so wie mit dem der Kotyledoneen.

Dass fürs erste in Azolla keine eigentliche gemeinsame allgemeine Fruchthülle mehr wie in den vorausgehenden Gattungen des Perikarp vorkommt, hat seinen Grund zum Theil darin, dass das *Eisäckchen* der jener schon eine besondere *Specialfrucht* in jener noch der *Vermehrungsgeschichte* angehörigen *blüthenreceptalartigen* Frucht ist und eines von den vielen einsamigen Karpellchen (Samen) vorstellt, welche die Frucht hier in der Vielzahl der Theile zusammensetzen, wie das Fruchthäufchen der Laubfarne viele Sporenkapseln enthält, obwohl diese Karpelle hier eben so wenig als bei den Laubfarnen in einem innern organischen Zusammenhang eine wahre Gesammtfrucht wie bei den Kotyledoneen darstellen. Wie also die einzelne Samenknospe als (einsamiges) Karpell in dieser *äusserlichen* Erscheinungsweise, in der *noch nicht* der organische Zusammenhang der Gesammtheit zu einem unverletzbaren Ganzen eingekehrt ist, *hier* noch als *selbstständige* Frucht erscheinen kann, so folgt auch aus der Natur und Wesenheit dieses Gebildes als einer Samenknospe, die ihre Germination schon vollendet hat, dass sie jenes auf die höhere Reife der Blüthentheile folgende Lebensmoment der *Ueberreife* erlangt hat. Da aber auf *dieser* niedern Stufe des Gewächsreichs sich die Lebenstriebe von höherer Reife und von verjüngter vermehrter Reproduktion in Regermination noch nicht so innigst und unmittelbar gegenseitig durchdringen als im höhern Gewächsreich, wo diese Gegensätze einander unmittelbar entgegentreten, sondern

da hier nur ein successives absatzweise vor sich gehendes Erscheinen dieser Gegentriebe stattfindet, wie das Sprossen der Akotylenaxen in erneuten Gipfelknospen beweist, so folgt, dass, indem die aufgekeimte Samenknospe in diesem Gebilde vorkommt und im Zustande der Regermination und Ueberreife steht, die höhere Reife schon vorausgegangen sein muss, in welcher die noch *vermehrte* gemeinsame *receptakelartige* Frucht der andern Gattungen wie schon ursprünglich reif und aufgesprungen nicht mehr erscheinen kann, sondern nur einzelne wenige, *um so grössere* Theile noch von ihr als Karpell- oder Samenknospengebilde von Azolla. Untersuchen wir den *Inhalt* dieses Eisäckchens oder *einsamigen Karpells* von *Azolla*, so müssen wir einige Sätze über den Keimungsakt und die Embryenbildung der Rhizokarpen, welche erst unten, wo diese Keimungsgeschichte zu erörtern ist, Raum finden, hier anticipiren, um zu gründlicher Einsicht über die Natur und innere Einrichtung dieses Gebildes zu gelangen.

Die Samenknospe hat als Produkt des Pistills im Allgemeinen auch die Grundlage der Wesenheit dieses Organs. Daher beginnt dieses Gebilde mit dem Zustande höchster Reife, somit blüthenreceptakelartig, als ein offener Fortpflanzungsknoten. Wie aber aus dem Blüthenreceptakel die erneute Germination und Produktion der Blüthen hervorgeht und das Leben aus dem Zustande höchster Aeusserlichkeit und Offenheit des Knotens als Blüthenreceptakel in die Innerlichkeit der Fructificationsknoten (Antherenfächer und Karpelle) und damit auch in die innerliche verjüngte Produktion fortschreitet, was am sinnlichsten der Uebergang von Staubge-

fässen in Karpelle bei abnormen Umwandlungen kund gibt, da hierbei anfangs die blattartig expandirte Staubgefässaxe völlig offen ist und, allmählig grösser werdend, sich aus diesem höchst offenen blüthenreceptakelartigen Zustand der Wiederverschliessung ihrer selbst zuwendet, indem sie sich zum Fruchtknoten des Karpells zusammenzieht, in eben demselben Wiederherstellungstriebe des Knotengebildes erfolgt der Regerminationszustand der Samenknospe, da sie zur Bildung des *wiedergeschlossenen Knotens* vermittelst der Samenknospenintegumente oder der Samenschale fortschreitet. Allein auf *dieser* niedern Stufe des Gewächsreichs kann *jener* Typus der Axenbildung, welchen die Samenknospe der Kotyledoneen mit ihren Knospenhüllen auszeichnet, noch nicht herrschende Norm werden. Denn jenes successive Heranwachsen der Samenknospenintegumente durch äusserliche peripherische Regermination, da eine äussere Hülle nach der andern über die ihr vorausgehende innere heranwächst, ist schon analog mit der Vegetationsweise des dicotylen Holzstammes mit seinem Ansatze von Jahresringen, die auf der Peripherie jedes Jahr neu angelegt werden. Da es aber dreierlei ganz wesentlich verschiedene Normen und Typen der Stammbildung im Gewächsreiche gibt, die der akotylischen, der mono- und dicotylischen Stämme, und, da die Samenknospenbildung als Axenorgan hier noch in der Kindheit ihrer Entwicklungsgeschichte liegt und somit noch den Charakter der niedersten Axenbildung oder der akotylischen Stämme haben muss, so folgt, dass die Samenknospen einestheils in diesen Kreisen noch nicht jene höhere Innerlichkeit des wiedergeschlossenen Knotens bei ihrer Regermination erlangen können, welche die Samen-

schale der Kotyledoneen hat, obwohl wir bei der Keimung der andern Gattungen *dieser* Familie finden, dass schon ein solcher, jedoch noch nicht völlig geschlossener, Knoten zu Stande kommt. Anderntheils ergibt sich daraus, dass hier die Keimung und das erneute Wachsthum noch wie bei den Akotylenstämmen im Ansetzen von innovirenden Gipfeltrieben vor sich geht. In Uebereinstimmung mit diesen Grundsätzen wird man daher in dem Bau des zu behandelnden Gebildes von Azolla folgendes gewahr. Da fürs erste Niemand unsere Behauptung, dass die *grünliche Blase,* die einen mit der Frucht von Chara verwandten Inhalt hat, wie diese, ein ungewöhnlich grosser *Embryosack* ist, ernstlich in Abrede stellen wird, obgleich die Haut dieses Embryosacks nach der Untersuchung von Martius aus einem Gefüge von *unzähligen ausserordentlich kleinen* Zellchen besteht und *nicht eine einfache Zellenmembran* wie beim Embryosack der Kotyledoneen ist, eine Zusammensetzung, wovon unten bei Erörterung der Form und Zusammensetzung der Pollenschläuche des männlichen Organs weiter gehandelt werden wird, so findet man, dass dieser Embryosack ausser dem *Eisäckchen* (calyptra) von keinen Samenknospenhüllen wie der Embryosack bei den Samen der Kotyledoneen eingeschlossen ist. Die Haut desselben ist von schwachen Wollflöckchen auf der äussern und innern Wand umgeben, welche wohl, wie auch der Embryosack der Kotyledoneen aus der innern Wandung seiner Haut Zellgewebe entwickelt, ihren Ursprung aus der Haut selbst haben. Ausserdem zieht sich ein Theil des Mittelsäulchens, in langgestreckten Haaren bestehend, an der Haut des Embryosacks hinab bis zum Grunde desselben, ohne jedoch ein

wahres Integument oder eine Knospenhülle zu bilden. Darum setzt sich aber fast die ganze Masse des reichlichen Materials auf der Spitze des Embryosacks (grüne Blase) an. Denn die Axenbildung, welche durch Entwicklung der knospigen Anlage der zuerst als Wärzchen oder Knötchen (Zellenknöspchen) erscheinenden Samenknospe angeregt ist, kann auf *dieser* Stufe noch nicht die höhere Innerlichkeit und innerliche Produktion erreichen, welche im wahren Samen mit Samenschale erscheint und sich in dem Typus und Charakter der Pistille und Früchte, so wie der dicotylen Baumstämme äussert. Vielmehr steht diese Axenbildung der sich entwickelnden Samenknospe, da sie in *diesen* Kreisen *zuerst* im Gewächsreich auftritt, noch im Erscheinungscharakter der *niedersten* Form der Axenbildung im Gewächsreich oder im Charakter der Erscheinungsweise der Axenorgane der *Akotylen* sowohl in ihren gemeinen Axengebilden als in ihren höheren oder in den Sporokarpien, worin das Fortschreiten der Axenentwicklung durch Ansetzen von Gipfeltrieben stattfindet und in der Erscheinung dieser Axengebilde der Charakter der Aeusserlichkeit noch bei Weitem über die Innerlichkeit und innerliche Produktion der wahren Samenknospen und Samen überwiegend ist. Daraus wird vor Allem verständlich, wie sich *über* der grünen Blase als Embryosack das oben beschriebene Axengebilde angesetzt hat, welches in dem Typus eines entleerten, gleichsam wie schon ursprünglich über das Verstäubungsmoment hinausgeschrittenen, *Equisetaceensporokarps* steht. Die drei *Läppchen* (lobuli) entsprechen den Seitentrieben, in welche das Axenorgan als Columella tricruris fast wie in Zweiglein zertheilt ist. Sie sind drei Antherenvalveln

oder Sporensäckchen analog. Auf der Spitze des Axengebildes (des Sporokarps) oder der Columella kommen auf ihnen *Büscheln* von *feinen Härchen* vor, ähnlich wie die Klappenspitzen der aufgesprungenen Sporokarpien der *Jungermannien* mit solchen Schleuderbüscheln versehen sind. An ihrem, der grünen Blase (Embryosack) zugekehrten, untern stumpfen Ende sind sie frei oder schon ursprünglich aufgesprungen, da auch hier die Entfernung der Sporensäckchen des Equisetaceensporokarps oder der Klappen bei manchen Lebermoosen von der Axe sehr frühe eintritt. Diese Härchen bedeuten auch hier wie dort, dass dieses Gebilde im Zustande *vorherrschender Entäusserung* und *äusserlicher Germination* steht, indem statt der innerlichen Produktion von elementaren Propagationskeimen der Ausbruch von Wurzelhärchen eingetreten ist, ähnlich wie sich in dem Griffelkanal und der Narbe des Pistills der Kotyledoneen der Entäusserungstrieb in Papillen und deren Funktion kund gibt. Doch geht dieser Haarausbruch weiter als die Papillenerscheinung, da diese Wurzelhärchen schon an die Natur von Wurzelwesen wie die Härchen des Proëmbryo erinnern, obwohl sie hier *keine eigentliche Wurzelfunction* wie beim Proëmbryengebilde haben. Denn dagegen ist dieses Gebilde noch durch die Fruchthülle (Eisäckchen, calyptra) geschützt, obwohl die Pflanze im Wasser lebt. Vielmehr haben sie Verwandtschaft mit den Haaren am Staubweg mancher Kotyledoneen, wie z. B. der Campanulaceen u. a. Dennoch ist hierin noch einige Verwandtschaft der entwickelten Samenknospe mit einem Proëmbryo unverkennbar, worüber auch die Keimung der andern Rhizokarpengattungen weitern Aufschluss gibt.

Bei diesem Charakter der *Aeusserlichkeit* des Gebildes erscheinen die *Valveln* (lobuli) auch nicht als eigentliche Hüllen, sondern mehr blattartig, fast wie Kotyledonen mit Stielen (crura *Mart.*) dick fleischig, obwohl sie schon in ihrer gelblichen gegen die weisse Farbe des übrigen Gebildes abstechenden Färbung die Natur des vorherrschenden Reifezustandes zur Schau tragen. Darum wird aber auch noch keine innerliche centrale Höhlung mit innerlicher Produktion wie im Fruchtknoten hervorgebracht, sondern wie in den Sporokarpien nur peripherische äusserliche Höhlen, die den Antherenfächern oder Sporenkapselchen analog sind und die drei oben beschriebenen Gruben vorstellen, obwohl sie in diesem Entäusserungszustand leer erscheinen. Denn da diese Regermination über das wahre Blüthenmoment des Reifezustandes in die Ueberreife fortgeschritten ist, wo die Verstäubung schon geschehen sein muss, wenn die Samenknospen sich entwickeln und der Embryo sich auf dem Embryosack ansetzt, so können hier keine elementaren Keime, Sporen oder Pollen, mehr vorkommen. Da somit das Gebilde über der grünen Blase (Embryosack) ein Axenorgan im knospigen Ansatze ist wie der Fruchtinhalt von Marsilea und den andern Rhizokarpen, so erscheint auch dieses ähnlich wie der Inhalt von jenen und wie die Columella der Moostheka als ein *embryenartiger* Axenansatz. Allein von der Columella der Moosfrucht entfernt sich diese Embryenerscheinung schon dadurch, dass jenes Gebilde noch höchst einfach ist, dieses aber schon im Typus des Equisetaceensporokarps steht, welches selbst schon aus der Grundlage der Mooscolumella zu höherer Bildung fortgeschritten ist, so dass auch dieses zu einer Vermehrungsgeschichte seiner selbst

durch Entwicklung zur Anlage von drei Knoten und drei lateralen Axenorganen gelangt ist. Aber auch im Vergleich mit dem Fruchtinhalt der vorausgehenden Gattungen ist hier ein höherer Fortschritt, da sich die Geschichte schon dem *Wesen der Embryenbildung der Kotyledoneen* nähert, so dass hier das Embryengebilde *auf* dem *Embryosack* selbst gebildet erscheint und diesem aufsitzt. Beide Erscheinungen sind daher durch diesen Fortschritt so sehr wesentlich *verschieden*, als *Staubgefässe und Karpelle*, die zwar ein verwandtes, aber dennoch entgegengesetztes Verhältniss haben. Denn in den Embryengebilden der Frucht der vorausgehenden (Fruchtgehalt) herrscht der Zustand der Reife, der Schwäche und Knospenartigkeit noch vor, so dass sie als Inflorescenzen erscheinen und damit dem reifen erschöpften Zustande der Staubgefässe (wenn man obige Vergleichung festhält) analog erscheinen. Dagegen kehrt in dem Fruchtinhalt von Azolla der über die Reife hinausgehende Zustand der Regermination und vermehrten Reproduktion in erneuter reichlicherer Ernährung ein und damit der *vermehrte* materielle Ansatz, die Zunahme des Wachsthums in der Substanzfülle, so dass dieses Gebilde damit dem Zustande der *Karpelle* im Vergleich und Gegensatz von den Staubgefässen analog erscheint oder, da jene Embryengebilde den Inflorescenzzweigen entsprechen, diese in die Erscheinungsweise von gemeinen Axenorganen oder unfruchtbaren Zweiglein zurücksinken. Indem daher jenes noch mehr *proëmbryenartig* ohne die *bleibende* Grundlage eines Embryosacks gleichsam wie aus der Grundlage eines bei der Germination und Entwicklung aufgelösten untergehenden Sporenschlauchs hervorgeht, so besteht der Fortschritt auf dieser

höhern Stufe in der *bleibenden* Erscheinung der Grundlage, indem der Sporenschlauch sich zur Natur des Embryosacks erhoben hat, worin höhere Kraft der Innerlichkeit und Erhaltung durch peripherische Bindung erzielt, so wie reichlichere Substanzfülle durch innerliche Regermination und Vermehrung des Nahrungsgehaltes angelegt ist. Wie daher das Sporokarp der Equisetaceen in der Fruchthüllenerscheinung der Rhizokarpen durch die höhere Reife und Aushöhlung des Innern äusserlich untergeht, so wird es in diesem Embryengebilde des Fruchtinhaltes von Azolla verjüngt und knospig in vermehrter Erscheinung wiederhergestellt und erlangt die pistillartige Anlage zu einem gemeinen auf der Grundlage eines innerlichen Gebildes (Embryosack) entstandenen *Zweigleins*, während in jenem äusserlichen Sporokarp der Equisetaceen noch die *staubgefässartige* Erscheinungsweise mit dem Reifezustand überwiegt.

Obwohl aber der Embryosack (grünliche Blase) einen reichlichen, jedoch noch nicht zelligen, Gehalt einschliesst, so nimmt die Vermehrung und Ernährung des ihm aufsitzenden embryenartigen Axengebildes dennoch nicht von diesem Gehalte seinen Ursprung, eben so wenig als bei der Embryenbildung der Kotyledoneen, wo wenigstens *im Anfange* die Ernährung des Embryo, der sich in dem eingedrungenen Ende des Pollenschlauchs ansetzt und bildet, *nicht* vom Embryosack ausgeht. Denn in diesem *Anfange* hat der Embryosack selbst noch keinen Gehalt, indem er sich selbst erst durch Absorption des ihn umgebenden Zellgewebes, wie der Pollenschlauch zur langgestreckten Zelle aus dem Zellchensaft der Wandung des Griffelkanals u. s. w. sich ernährt und ver-

grössert, so dass seine Ausbildung und Vergrösserung, so wie die Ansetzung innerlichen Gehaltes so ziemlich gleichen Schritt hält mit der Erscheinung derselben Lebensmomente des sich auf ihm ansetzenden und den Embryo in sich entwickelnden Pollenschlauchs. Erst in der spätern Zeit treten beide Gebilde in innige Gegenbeziehung. Daher wird auch hier sowohl die Ernährung des Embryos als die des Embryosacks fast allein von der Mutterpflanze besorgt, wie die erneute Säftezuströmung beweist, auf deren Wege der Gefässbündel des sog. Nabelstrangs (funiculus umbilicalis) und dessen Fortsetzung in der sogen. Nabelbinde oder Samennaht (raphe) entsteht. Diese liegt nämlich in dem reichlichen mit sehr vielen soliden Fäden versehenen Fadenstrang der Columella, welcher sich bis unter den Embryosack und bis zur Spitze der Frucht erstreckt. Nach oben nimmt er dieselbe centrale Linie ein, welche bei den Kotyledoneen der Griffelkanal des Pistills mit seinem papillösen Epithelium und seinem leitenden Zellgewebe (tela conductrix) hat, welches ja nicht selten auch wie z. B. bei Euphorbin, Ricinus, Linum, Plumbago u. a. in mehr oder weniger lange Haare statt der Papillen übergegangen ist. Auch diese innerliche Erscheinung gehört ja dem Ernährungsapparat an. Ja man könnte darum auch diesen Fadenstrang einem Gefässbündel des Staubgefässes analog halten, da auch dieses oft keine Gefässe hat. Demgemäss stimmt auch die Frucht von Azolla mit der der übrigen Rhizokarpen darin überein, dass sich ihr Inhalt als ein embryenartiges Axenorgan (Sporokarp im Ansatze) darstellt, wie bei jenen. An diesen Inhalt der Azolla-Frucht als Ziel dieser Lebensgeschichte

wird darum auch die Vegetation der Isoëteen im folgenden Abschnitte angeknüpft werden.

Da das *Perikarp* der *Rhizokarpen* an und für sich ein durch die Herrschaft der Reife und Entäusserung entleertes, auf die rudimentäre Hülle reducirtes Axenorgan ist, so erscheint es im Charakter eines *geschlossenen Blüthenreceptakels*, welches eben durch diesen Zustand der Verschlossenheit und innerlichen Reproduktion *Blüthenreceptakel*, *Androphorum* und *Pistill* zugleich wird wie die *Moostheka*. In diesem Zusammenhang der Lebensgeschichte, worin noch die Erscheinung der Blüthenorgane in der *Indifferenz* zwischen den Gegensätzen den Grundcharakter des Fortpflanzungsapparates bestimmt, ist nicht nur der äussere und innere Bau, welcher bald mehr pistillbald mehr androphorumartig erscheint, leicht verständlich, sondern auch erklärlich, wie in diesem Gebilde *beide Blüthentheile*, *Staubgefässe* und *Karpelle*, *Pollen-* und *Eisäckchen zugleich* in einer gemeinsamen Hülle erscheinen können.

In Bezug auf die Fruchthülle als Blüthenreceptakel erscheinen die oben schon erwähnten zusammengesetztzelligen *Pollensäckchen* als Staubgefässe, die hier nur ein einziges Antherenloculament haben, das noch in dieser Erscheinungsweise an das Sporenkapselchen grenzt. Die ebenfalls zusammengesetztzelligen *Eisäckchen* entsprechen in Bezug auf das Blüthenreceptakel den (einsamigen) *Karpellen*. Im Allgemeinen sind diese Säckchen mit einander ziemlich gleichartig gebaut und nächst verwandt. Doch haben die Eisäckchen einen grössern Umfang als die Pollensäckchen; jene sind mehr ellipsoidisch, und ihre Stiele aus mehreren neben einanderlaufenden Zellenreihen zusammengesetzt, diese

mehr birnförmig oder von zwei Seiten etwas zusammengedrückt. Ihre Stiele bestehen nur aus einer Zellenreihe. Das Innere des Säckchens enthält meist sehr viele Pollenkörner. Da in dieser Beschaffenheit das Eisäckchen mit dem Pollensäckchen und mit dem Sporenkapselchen überhaupt noch ganz nahe verwandt ist, so ist in ihm der *wahre pistillartige Charakter* noch nicht eingekehrt, so dass dieses *Eisäckchen* noch kein *wahrhaftes Karpell*, wie bei den Kotyledoneen, sein kann. Darum findet sich einestheils noch keine organische Gegenbeziehung und gesellige Verbindung der Vielheit dieser Karpelle als Theile zur Einheit eines organischen Ganzen, welches man Pistill nennt, wie bei den Karpellen der Einzelblüthe der Kotyledoneen. Vielmehr herrscht hier noch der Zustand der Vereinzelung und Sonderung wie in den Sporenkapselchen, obwohl schon eine geregelte reihenweise Ordnung, wie in diesen, erkennbar ist. Anderntheils kann dieses Eisäckchen aus seinem Gehalt selbst noch nicht wie das Karpell eine Produktion erlangen, so dass das Eichen oder die Samenknospe, welche ohnehin hier nur in der Einzahl erscheint, nicht aus der *innern Wandung* des Eisäckchens, also aus einer Placenta desselben, hervorgeht wie beim Karpell der Kotyledoneen. Bei dieser Schwäche und Erschöpfung der Produktion des Eisäckchens durch den in ihm herrschenden Zustand der höhern Reife sinkt eigentlich die Hülle des Eisäckchens zur Knospenhülle, gleichsam zu einem *Staminodium* oder entleerten Pollensäckchen herab, das an und für sich selbst, wie die Pistille überhaupt, deren Keimgehalt von aussen durch den eindringenden Pollenschlauch herkommt, keim- und gehaltlos ist. Dieses Staminodium erscheint wie

oft noch bei höhern Gewächsen, wie z. B. im sogen. Utriculus (urceolus) von Carex, welcher nichts als ein Staminodium (kein Perianthium, wofür es Andere irrig ausgeben) ist, verschlossen. Da es wie das Karpell überhaupt ein durch höhere Reife und Entwicklung untergehendes Staubgefäss ist und das entleerte Pollensäckchen vorstellt, so kommt auch auf diesen Untergang durch Reife die Wiederherstellung durch erneute knospige Anlage hinzu. Darum kehrt in der centralen Grundlage dieses Organs die Regermination und vermehrte Reproduction ein, wodurch das Eichen (ovulum) wie ein erneuter centraler innerer Gipfelansatz hervorgeht. Demgemäss zeigt sich auch in diesem Eisäckchen eine *Differenzirung* in Hülle und Inhalt, welche wir schon in der Frucht der Rhizokarpen nachgewiesen haben. Auf diese Weise wiederholt sich derselbe Vorgang im Kleinen bei der Entstehung und Bildung des Eisäckchens mit dem Eichen, welchen wir oben in der Erscheinung der Fruchtbildung der Rhizokarpen im Grossen aufgefunden und beschrieben haben. Auch erfolgt diese Erscheinung des Eisäckchens mit seiner Samenknospe im Wesen des Fortpflanzungsgesetzes oder im Charakter der Differenzirung des Blüthenwesens wie die ganze Vegetationsgeschichte der Rhizokarpen aus der indifferenten *knospigen* Grundlage der Equisetaceen hervorgeht, wobei z. B. die Schleuderfäden (wie die gemeinen Schaftglieder) als Knospenhülle, die Spore (wie die Fruchtähre) als Knospengehalt (Zellenknöspchen) erscheint. Wie in der Frucht der Rhizokarpen das indifferente Sporokarp der Equisetaceen äusserlich als Perikarp untergeht und im Fruchtinhalt in modificirter Erscheinung verjüngt wie ein Embryengebilde wieder erzeugt wird, so enthält das Eisäckchen

in sich das Eichen als eine modificirte im *pistillartigen* Lebensmoment wieder hergestellte entwickelte Spore der Equisetaceen. Dieser Fortschritt geschieht daher auch in etwas ähnlicher Weise wie bei dem Vorgang der Umwandlung der Staubgefässe in Karpelle. Wie das Staubgefäss für die Karpellbildung als ein embryenartiger schwacher Ansatz erscheint, der im Karpell in die Entwicklung und Differenzirung von Reife und Regermination, von Hülle und Inhalt fortschreitet, so dass das äusserlich untergehende Organ durch innerliche Regermination in vermehrter Produktion und Entwicklung wiederhergestellt wird, indem da die Samenknospen den Antherenloculamenten entsprechen, so erscheint das Sporangium der Equisetaceen oder die Mutterzelle mit der Spore und den Schleuderfäden als der knospige Ansatz für die Entwicklung des Eisäckchens der Rhizokarpen. Aus der Entwicklung und Differenzirung dieses Sporangiums geht das Eisäckchen mit dem Eichen hervor. Das Sporangium erhebt sich durch vermehrte karpellartige Produktion zur Bildung des Eisäckchens und der Inhalt zur Produktion des Eichens. Daher ist auch der Inhalt hier anfangs mit dem Inhalt der Sporangien da und dort durch Gruppirung der Zellen zu vier wie beim Pollen und den Sporen nahe verwandt oder das Eichen aus der sporen- oder pollenartigen Grundlage hervorgegangen. Dahin gehört z. B. eine Beobachtung Schleidens (s. dess. Grdz. II. S. 104) über die Entwicklung des Eichens bei Pilularia. „Hier fand er in einigen frühern Zuständen das Eisäckchen zum Theil mit zarten wasserhellen kugeligen Zellen, zum Theil mit Gruppen von vier tetraëdrisch vereinigten Zellen gefüllt; von den letztern dehnte sich eine allmählig bedeutender aus,

vorzugsweise aber an einer Gruppe, die gerade das Centrum des Eisäckchens einnahm, so dass diese bald den grössten Theil des Raumes ausfüllte und als zukünftiger Embryosack nicht mehr zu verkennen war.“ Hieraus möchte zugleich hervorgehen, dass der *Embryosack* aus einem in der Centralität isolirten und vergrösserten *Sporenschlauch* seinen Ursprung nimmt. Da aber auch die Pollensäckchen der Rhizokarpen aus der Entwicklung von Sporangien (Mutterzellen mit Sporen) und aus der Erhebung derselben zu einer höhern Stufe der Produktion hervorgehen, wie der Uebergang der mit Sporangien versehenen niedern Akotylen in die mit Sporenkapselchen versehenen beweist, so ergibt sich hieraus, wenn man das Eisäckchen mit dem Pollensäckchen vergleicht, dass auch hier das Eisäckchen als Karpell durch eine erneute Germination und vermehrte Reproduktion aus jenem abgeleitet werden kann. Wie daher das Staubgefäss (Pollensäckchen) auf dieser Stufe nur ein *einziges* Antherenloculament hat, so geht auch im Karpell (Eisäckchen) bei der auf dieser Stufe noch herrschenden Erschöpfung nur *ein einziges* Eichen hervor. Zwar kommt bei den Kotyledoneen, wo ein Uebergang oder nahe Verwandtschaft zwischen den Karpellen und Staubgefässen herrscht, gewöhnlich die Mehrzahl von Karpellen im Centrum der Einzelblüthe vor, so dass demnach, da hier mehrere Pollensäckchen im Kreise um das Eisäckchen stehen, auch mehrere Eisäckchen vorhanden sein sollten. Allein wie selbst bei den Kotyledoneen die Zahl der Karpelle nur sehr selten mit der der Staubgefässe übereinstimmt, sondern meist in geringerer Anzahl erscheint, ja auch auf niederen Stufen wie z. B. bei den *Gramineen*, deren

Pistill, wie wir in einer andern Schrift beweisen werden, nur *ein Karpell* mit getheilter Narbe ist, nur in der *Einzahl* vorkommt, eben so besteht das Pistill als Eisäckchen auf dieser Stufe der Erschöpfung nur aus *einem* Karpell.

Verfolgt man diese Metamorphose weiter bis zum Anfang unserer Ordnung zurück, so findet man, dass sie schon in der Chara-Frucht angelegt oder vielmehr anticipirt ist. Die vier Schleuderfäden der Equisetaceen erinnern an die (obwohl bei vorherrschender Aeusserlichkeit und materieller Fülle) in der Fünfzahl vorkommenden spiraligen Röhrchen, welche den Sporenschlauch oder Embryosack jener Frucht einhüllen wie die Schleuderfäden die Equisetaceenspore. Von der Characeenfrucht aus führt die Regermination und erneute vermehrte Produktion in dem Equisetaceenschaftglied zur Hüllenbildung, welche in den peripherischen Luftkanälen und der centralen Lufthöhle blüthenartig ist, indem in der Blüthenerscheinung, was besonders das Pistill und die Samenknospen beweisen, die Hüllenbildung zuerst und auf späterer Stufe erst Hülle und Inhalt zugleich einkehrt. Hier aber führt dieselbe Anlage der Spore mit ihren Spiralröhrchen oder Schleuderfäden, eben weil sie eine *innerliche* ist, während jene noch dem *äussern* Leben angehört, durch erneute Germination und vermehrte Reproduktion aus der knospigen Anlage des Sporangiums mit der Spore zu *wirklichen Blüthen* in den Pollen- und Eisäckchen der Rhizokarpen. Das Sporangium hat sich daher zum Receptakelpunkt oder zur receptakelartigen Grundlage dieser Rhizokarpenblüthen erhoben und die *Samenknospen*, welche bei *Chara* noch *äusserlich* als Stengelglieder vegetirten, werden bei den

Rhizokarpen innerlich in der allgemeinen Hülle und in den Eisäckchen eingeschlossen. Darum ist auch die Erscheinung, dass das Eisäckchen mit dem Eilein in der *Mitte* der Pollensäckchen steht, nicht zufällig, sondern receptakelartig, da auch bei den Kotyledoneen das Pistill die Mitte und der Staubgefässkranz die Peripherie einnimmt. Durch den Zustand ihrer Innerlichkeit sind daher die Samenknospen der Rhizokarpen mit ihren Eisäckchen den Characeenfrüchtchen nächst verwandt. Darum stehen sie auch vorzugsweise noch im Charakter des *Reifezustandes*. Ja die Samenknospen oder Eilein *fallen* darum wie die Früchtchen der Characeen in Reife von der Mutterpflanze *ab* und gehen nicht in dieser selbst, sondern in der *äusseren* Natur, im Wasser, wie die Früchte und Samen des Gewächsreichs überhaupt, in die *Germination*, so dass sie in diesem Lebensmoment noch nicht die wahre *innerliche* Germination wie das Pistill mit seinen Samenknospen im höhern Gewächsreich erlangen, sondern noch von *aussen* wie die Keimung der *Spore* in Produktion des Proëmbryo's *abhängig* sind. Aus dieser Beschaffenheit wird noch deutlicher, dass diese Samenknospen oder Eilein ursprünglich von der elementaren Grundlage des Sporangiums und der Spore stammen, indem auch die *Characeen* von den elementaren Keimen, wie bei deren Erörterung nachgewiesen wurde, ausgehen. Schon bei den Characeen ist eine Differenzirung zwischen Samenknospen, die dem Fruchtorgan angehören, nachgewiesen worden, so dass sie als Frucht vorzugsweise mehr Innerlichkeit und innerliche Germination haben, und zwischen Samenknospen, die dem gemeinen Axenorgan als Theile (Stengelglieder) angehören und vorzugsweise der Reife zufallen.

Diese Differenzirung, welche dort nur erst angelegt war, ist bei den Rhizokarpen im Gegensatze der Samenknospen der Frucht gegen die Erscheinung der gemeinen Zweiglein ausgeführt. Nicht minder hat die Differenzirung von Frucht und Antheridien bei den Characeen hier eine höhere Stufe der Erscheinung wahrer ausgebildeter Blüthentheile (welche dort nur angedeutet und angelegt waren) erlangt. In diesem Zusammenhang könnte man somit die Rhizokarpen auch als eine Entwicklungs- und Vermehrungsgeschichte der elementaren Anlage der Characeen durch die Mittelstufe zwischen beiden, die Equisetaceen, hindurch bezeichnen.

Aus der von uns dargestellten Natur der *Samenknospe* auf dieser Stufe, vermöge welcher sie von der staubgefäss- oder sporenartigen Grundlage ausgeht und noch wie das Sporokarp überhaupt zwischen dem Wesen beider *phanerogamen* Blüthentheile schwebt, ergeben sich auch hinsichtlich der *Entwicklung*, *Ausbildung* und *Keimung* des *Embryo's* der *Rhizokarpen* wichtige Resultate, die wir zum Theil schon bei der Erklärung der Frucht von Azolla erörtert haben.

Zwar ist die *Embryenbildung* und *Keimungsgeschichte* der Rhizokarpen nur bei wenigen Arten derselben ausführlich genau beobachtet und beschrieben, wie namentlich bei Pilularia globulifera von J. G. Agardh, Bischoff (kryptog. Gew.) und K. Mueller (s. dess. Abh.: das Keimen der Pilularia glob. in der Flora von 1840), bei Salvinia natans ausser den frühern Darstellungen von Vaucher und G. L. Duvernoy von Bischoff (a. a. O.) und Schleiden (s. dess. Abh. in Wiegmanns Archiv von 1837 I. S. 316 ff. und dess. Grundz. d. wissensch. Bot. II. S. 97 ff), bei Marsilea quadrifolia von *d'Esprit Fabre*

(s. dess. Abh. in annal. d. scienc. nat. v. 1837 und im Auszug in Wiegmanns Archiv v. 1838), so dass noch Lückenhaftigkeit und Unvollständigkeit vorkommt. Dennoch ergibt sich daraus ein allgemeiner sicherer Maasstab für die Gesetzmässigkeit und Norm dieses Vorganges.

Da die *Samenknospe* wie das Pistill überhaupt von der Staubgefäss- oder Sporokarpiengrundlage ausgeht, so erreicht sie wie das Pistill selbst auf höhern Stufen des Gewächsreichs schnell die *pistillartige* Erscheinungsweise mit dem Zustande der das ganze Gebilde durchdringenden Regermination, reichlicher Reproduktion in verjüngter Erscheinung und mit höherem Grade von Innerlichkeit, Hüllenbildung und innerlichem vermehrtem Gehalte, wie es sich besonders in dem bedeutsamen Heranwachsen der Integumente und in dem Zellenentwicklungsprocess innerhalb des Embryosacks ausspricht. Allein wie das Pistill und seine Karpelle auf den niedern Stufen bei innigerer Verwandtschaft mit den Staubgefässen noch mehr dem Charakter der Staubgefässe nahen oder beide Blüthentheile im Sporokarp zur Indifferenz zusammenkommen, so ist auch auf dieser Stufe die Samenknospe und ihre Entwicklung zum pistillartigen Axenorgan durch Regermination noch mehr dem Lebensmoment der Sporokarpienerscheinung verwandt. Dadurch ist vor Allem der vorherrschende Zustand von Aeusserlichkeit und Reife, von Erstarrung und gleichsam von Erschöpfung und Mangel an Lebensthätigkeit verständlich, der sich inbesondere in der Erscheinung des Embryosacks kund gibt. Diese *Samenknospe* erscheint nämlich anfangs denen der Kotyledoneen ähnlich als längliches eiförmiges zelliges Körperchen, das bei den Rhizokarpen

nach SCHLEIDEN eine weisse lederartige Hülle von sehr kleinen Zellchen zusammengesetzt bildet, in dessen Centrum sich eine Zelle durch Absorption des sie umgebenden Zellengewebes isolirt und übermässig vergrössert. Diese Centralzelle, welche *Embryosack* genannt wird, ist hier mit Schleim, Oel und Stärkmehlkörnern angefüllt. Während bei den Kotyledoneen aus dem Cytoblastem des Embryosacks eine Zellenmasse entwickelt wird, die den Embryosack anfüllt und dem Embryo in späterer Zeit zur Nahrungsgrundlage und selbst zur Umhüllung im Zustande von Endosperm, ja noch bei der Keimung dem jungen Pflänzchen sur Nahrung dient, erscheint der Embryosack der Rhizokarpen ganz unthätig und wie in Reife abgestorben mit dickwandiger Membran, in deren Höhle kein Zellenentwicklungsprocess stattfindet. Dieser steht also noch auf der niedern Stufe der Erscheinung des Pollen- und Sporenschlauchs, so lange dieser im Reifezustand noch innerlich festgehalten wird. Dieser Embryosack steht also in der Mitte zwischen dem *äusserlich* germinirenden, den Proëmbryo beginnenden Sporenschlauch und dem *innerlich* germinirenden und durch innerlichen Zellenentwicklungsprocess thätigen Embryosack, in dessen *pistillartiges* Lebensmoment der Reproduktion er übergeht, ohne es hier vollständig erreichen zu können.

Um so mehr herrscht *über* dem Embryosack die vermehrte Reproduktion im Ansatze von erneuten *Gipfeltrieben*, indem die Axenbildung hier noch vorzugsweise im Typus der Sporokarpien- und Staubgefässerscheinung steht und die höhere pistillartige verjüngte und vermehrte Produktion noch nicht erlangen kann, wie wir schon vom Inhalt der Azolla-

Frucht nachgewiesen haben. Denn da die Sporokarpien und Staubgefässe, so wie überhaupt die Axenorgane der Akotylen, als *erste anfängliche* Axenorgane des Gewächsreichs im Charakter und Typus von *Embryen* erscheinen, welche gleichfalls Axenorgane sind, die im Zustand der Reife und Erschöpfung erzeugt werden, so dass sie ihre Regermination bei der niedern Stufe derselben nur in einer *Gipfelknospe* haben, so haben auch die Staubgefässe wie die Axenorgane der Akotylen dieses *pistillartige* Lebensmoment nur erst auf der Spitze. Während daher die Basis und der Umfang der gemeinen Axenorgane der *Akotylen* in Reife steht, wächst nur die Spitze in innovirenden Gipfelknospen, gleich wie beim keimenden Embryo, in die Länge nicht in die Breite und Knotenform wie bei den Dicotylenstämmen fort, was sich sogar noch in den Cycadeen und Palmen, die unten wie oben gleich dick sind, sehr deutlich kund gibt. Desgleichen hat das Staubgefäss die Erschöpfung im Träger (Filament, welches den Sporokarpien sogar häufig fehlt) und die verjüngte Reproduktion und das pistillartige Lebensmoment in der Anthere und deren Connectiv. Eben so kommt in der Germination der Samenknospen der Rhizokarpen dieses bei den Sporokarpien und Staubgefässen auf der Spitze nur *schwach* einkehrende pistillartige Lebensmoment der *innerlichen* Regermination auch nur auf der Spitze vor und auch hier überwiegt noch die *äusserliche* Germination, da keine eigentliche *verschlossene* Hülle, wie beim Pistill oder Karpell als Fruchtknoten, zu Stande kommen kann. Von einem Heranwachsen von Knospenhüllen von der Basis her, um eine Samenschale zu bilden, kann daher hier noch keine Rede sein, wie bei den

innerlichen Samenknospen der Kotyledoneen, welche im Typus des Dicotylenstammes mit seinen Jahresringen vegetiren. Vielmehr erscheinen die den Knospenhüllen (Integumenten) der höhern Samen hier entsprechenden Hüllen als die Antherenvalveln oder Sporensäckchen, welche in der Azolla-Frucht (Sporokarp) als 3 *Loculi* über den 3 Gruben und diese bedeckend oben beschrieben wurden. Solche *drei Lappen* zeigt z. B. der in die Keimung übergehende Samenknospenkern von Salvinia. Sie erscheinen als eine Fortsetzung der weissen lederartigen, aus sehr kleinen Zellchen gedildeten Haut, welche den Embryosack umschliest und auf der Spitze den warzenförmigen Eikern (nucleus) bildet, der bei Marsilea nach Schleiden von einer Vereinigung dieser *drei Lappen* zu einer an der Spitze offenen Hülle oder einfachen Eihaut (integumentum simplex) bedeckt wird.

Da auf dieser Stufe die *Blüthentheile,* Staubgefässe und Pistille, Pollen- und Eisäckchen noch in grösserer Verwandtschaft aneinandergrenzen und somit auch die *Samenknospen* noch vorzugsweise im Typus und Charakter der Staubgefässaxen also im Zustande von vorherrschender Reife und Aeusserlichkeit erscheinen, so gibt sich dieser Charakter auch schon darin zu erkennen, dass die Samenknospen oder Eichen, nachdem die Eisäckchen bei Marsilea und Pilularia zerrissen worden sind, von der Mutterpflanze wie *reife* Früchtchen abfallen und die Germination derselben erst ausserhalb der Mutterpflanze, also noch *proembryenartig äusserlich* (hier im Wasser) beginnt. Bei Salvinia reissen nach Schleiden sogar die Säckchen mit dem Eichen vom Stiel ab. Darum kommt hier auch noch keine

innerliche Germination in der lederartigen Membran des Embryosacks vor, der, abgesehen, dass er sich auf seiner oberen Hälfte zu einer zärtern Membran ausdehnt, sonst ganz unthätig ist, ohne Entwickung von Endosperm. Denn es wird auch der Embryo noch nicht innerhalb einer geschlossenen Höhle der Samenknospe entwickelt, sondern, da vielmehr die Samenknospe selbst nur auf der Spitze in innovirenden Gipfeltrieben germinirt, so kann sich auch der Embryo nur auf dieser Spitze ansetzen und entwickeln, so dass er, weil er in diesem Zustande zwischen Innerlichkeit und Aeusserlichkeit schwebt, also noch kein wahrer Embryo mit ruhendem Embryozustand wird, bei seiner Vollendung auch sogleich wurzelt. Daher kann der Pollenschlauch nicht ins Innerste der Samenknospe bis zum Embryosack eindringen, weil das auf dem Gipfel angehäufte Material des nur an der Spitze offenen hautartigen eiförmigen Körperchens oder Eikerns (nucleus), der den Embryosack einschliesst, den Eingang versperrt. Vielmehr gelangt derselbe auf seinem Wege ins Innere nur bis zu einer Schichte kleiner grüner Zellen des Eikerns (nucleus), welche den Embryosack unmittelbar bedeckt. Nachdem sich der Pollenschlauch, wenn er mit der Samenknospe zusammentrifft, durch das aufgelockerte Zellengewebe der Spitze des Eikerns, welche die über den Eikern hervortretende Keimwarze (mamilla nuclei) bildet, hindurchgedrängt hat, bleibt er nach Schleidens Beobachtung auf dieser Schichte grüner Zellen sitzen. Ja, er legt sich an dieser Schichte eng und fest an. Hier schwillt der eingedrungene Pollenschlauch an, vermehrt seinen Inhalt, der eine lebhafte Circulation zeigt, und wird endlich wie bei den

Kotyledoneen in eine zweiseitige Polarisation übergeführt. An dem einen Pole oder dem äussern Ende des in die Kernwarze eingedrungenen Pollenschlauchs herrscht die Reife, Leere und Erschöpfung der Produktion, an dem andern Ende, womit der Pollenschlauch in die Kernwarze eingedrungen ist, dehnt er sich blasenförmig aus, wodurch das sog. birnförmige Embryobläschen entsteht. In diesem blasenförmigen Raume dieses innern Endes des Pollenschlauchs erscheint die Reproduktion durch einen erneuten Zellenentwicklungsprocess, und, indem das Zellgewebe sich zu einem knospenartigen Gebilde verwebt, entsteht der Embryo oder Keimling. Unterdessen gehen aber auch in der Zellgewebsmasse der Kernwarze bedeutende Veränderungen vor. Die Kernwarze schwillt immer mehr zu einer grünlichen Zellenmasse an und bildet sich endlich zu einem dünnhäutigen Säckchen aus. Bei Salvinia tritt das entwickelte Zellengewebe sogar in zwei seitlich herabhängenden Anhängseln oder Lappen hervor. Das Säckchen der Kernwarze, welches, da es den Embryo enthält, der Samenschale entspricht, wird aber nicht fest und innig verschlossen, wie die Samenschalen der Kotyledoneen, sondern von dem sich vergrössernden Embryo durchbrochen. In diesem Zustande stellt es bei Pilularia eine runde Scheide, bei Salvinia einen zweilippigen Behälter vor. Diese Behälter können somit noch nicht die Natur von *Samenschalen* mit vorherrschender Innerlichkeit erlangen, sondern bleiben in der blüthenreceptakelartigen Aeusserlichkeit und Offenheit des Reifezustandes stehen.

Der fertige *Embryo* besteht bei Salvinia aus zwei wesentlichen Theilen, einem *Stiel als Axe*, der sich

auf der Spitze in eine flache *Scheibenform* (im Typus der Mooscolumella oder wie eine Pelta des Equisetaceensporokarps) ausbreitet, welche Schleiden für einen Cotyledon hält, und aus einer Knospe, die sich unterhalb der Scheibe in einem vertikalen Einschnitte derselben ansetzt und zu einem Stengelchen mit Blättchen und Nebenwurzeln auswächst. Bei Pilularia ist der aus dem Säckchen der Kernwarze hervortretende Embryotheil ein grüner Faden (cotyledon *Schleid.*), an dessen Basis sich eine Knospe angesetzt hat, welche zu einem Stengelchen mit fadenartigen Blättern auswächst. Die Wurzel tritt an dem innern Ende des Embryo's hervor und durchbricht dann auch das Säckchen der Kernwarze. Obwohl der Embryo nur fadenartig erscheint, so stellt dennoch diese fadenartig-schwache Erscheinung ein *Axenorgan* vor, wie bei Salvinia.

Die *Keimung* von *Azolla*, einem Pflanzengenus, von dem man bis jetzt nur Arten in Neuholland und Nordamerika gefunden hat, ist noch nicht beobachtet. Dennoch könnte nach ihrem innern Bau wohl behauptet werden, dass sie nicht auf dieselbe Art wie die andern Rhizokarpen einen Embryo entwickelt und bildet. Hätte ihre Columella einen hohlen Griffelkanal (wie es Martius in einigen Fällen scheinen wollte), so wäre es vielleicht möglich, dass durch die Fäden (leitendes Zellgewebe) in demselben das Pollenkorn (granulum oder gongylus *Mart.*) bis zu der über der grünlichen Blase sich erhebenden ringförmig vorspringenden Substanz, welche der Schichte grünlicher Zellen über dem Embryosack bei der sich entwickelnden Samenknospe der andern Rhizokarpen zu entsprechen scheint, hinabsteigen und dort sich zu einem Embryo entwickeln könnte. Auch sind diese

Pollenkörner (gongyli) des Antheridiums nicht leer, sondern mit einem dichten Inhalt (mit kleinern Kügelchen) erfüllt und meist grünlich wie die grünliche Blase (Embryosack) der Frucht. Ihre *Pollenhaut* geht, nachdem die Körner das Antherensäckchen (sporangium *Mart.*) verlassen haben und frei sind, zumal wenn sie in Wasser kommen, in Aufbruch und entwickelt sich zu eigenthümlich gestalteten geraden walzlichen durchsichtigen gegliederten (mit 2—4 Querscheidewänden versehenen) Härchen, welche nicht nach allen Seiten der Oberfläche gleichmässig vertheilt sind, sondern nach einer ringförmigen Zone (zona peripherica *Mart.*) zusammengedrängt erscheinen. Allein wenn man eine Entwicklung derselben zum Embryo innerhalb der Frucht annähme, so würde hier schon ein Vorgang *innerlicher* Germination vorausgesetzt, wie bei den Kotyledoneen, so dass die Frucht von Azolla als ein wahres einsamiges Karpell erscheinen müsste. Dies scheint aber keineswegs wahrscheinlich, da vielmehr diese Frucht einen Mittelzustand zwischen Sporokarp und Karpell enthält, und den höhern Zustand noch nicht wahrhaft erreicht. In dieser Unentschiedenheit wird wohl auch die Fortpflanzungsweise der niedern Stufe behauptet. Demgemäss würde die grosse grünliche Blase (Embryosack) noch als eine *grosse Spore* erscheinen, die erst in dem Mittelzustand zwischen centralem Sporenschlauch und wahrem Embryosack steht, wie alle Embryosäcke der *Rhizokarpen*, da sie die innerliche Regermination und den Zellenentwicklungsprocess der Endospermproduktion noch nicht erreicht haben. Doch hat diese grünliche Blase schon einen weitern Fortschritt durch die Anhäufung eines *viel reichlichern* Materials

in ihrem Innern als jene, so dass es wahrscheinlich ist, dass sie eben so das Gewächs fortpflanzen kann wie der Fruchtinhalt von *Chara*, der von uns gleichfalls als *Sporenschlauch* oder Mittelgebilde zwischen diesem und dem Embryosack dargestellt wurde. Da die Pollenkörner einen *ähnlichen* Bau, Inhalt und Farbe wie diese grünliche Blase haben, so mögen sie wohl *vielleicht* auch als solche grünliche Blasen im Kleinen oder als Sporen erscheinen und fortpflanzungsfähig sein. Denn beide Elementarorgane sind *zusammengesetztzellig*. Zwar scheint dieser Charakter der Zusammensetzung der Natur der Pollen- und Sporenzelle, so wie der des Embryosacks der Kotyledoneen zu widersprechen, da diese allgemein als *einfach* beschrieben werden. Allein abgesehen davon, dass diese Einfachheit noch nicht bis zur Evidenz bewiesen und noch nicht unzweifelhaft ausgemacht ist, ob diese Elementarorgane überhaupt nicht ursprünglich zusammengesetzt seien, so möchte wohl in obiger Erscheinung ein ähnlicher Beginn und Fortschritt der Erscheinungsweise stattfinden, wie bei den höheren Organen, wie z. B. bei dem Pistill und der Anthere. Denn auch diese erscheinen wie zumal auf niederen Stufen des Gewächsreichs da und dort aus getrennten Theilen (Karpellen z. B., oder die Anthere, wie z. B. in den Cycadeen und Coniferen, aus einzelnen Pollensäckchen) zusammengesetzt, worauf dann erst die Vegetation die Kraft erlangt, diese Organe in der Einheit und Einfachheit zu erzeugen. In dieser Analogie kann wohl auch die *Zellenmembran* dieser Organe des Sporen- und Pollenschlauchs und des Embryosacks, welche ja dem Blüthenwesen angehören, in dieser *Zusammensetzung* aus sehr kleinen Zellchen er-

scheinen und die Kraft, in der Einheit und der höhern innigsten Bindung und gegenseitigen organischen Durchdringung der Theile mit vorherrschender Innerlichkeit des Organs aufzutreten, erst *später* erlangen. Denn auf der niedern Stufe herrscht noch die materielle Fülle und die Einzelheit vor, wie im Wurzelwesen überhaupt, womit das Gewächsreich und die Pflanze beginnt. Hier ist noch der Mangel an organischem Zusammenhang der Theile. Es herrscht die Bildung und Zusammensetzung aus der Vielheit und Einzelheit in Addition und Prolification von Theilen vor, wie wir im allgemeinen Charakter der Akotylen und ihrer Organe zur Genüge schon nachgewiesen haben, während das Gegentheil mit der dem Wurzelwesen *nachfolgenden* Herrschaft des *Lebensprincips der Stammbildung* einkehrt.

Dass aber der *Embryosack* wie in der Chara-Frucht Fortpflanzungskeim werden kann, hat darin seinen Grund, dass er die *wahre* Natur und Function des Embryosacks der Kotyledoneen noch nicht erreicht, sondern noch auf dem Uebergang und in der Mitte zwischen einem Sporenschlauch und Embryosack schwebt. Denn der wahrhafte Embryosack der Kotyledoneen hat schon *pistillartigen* Charakter und *pistillartige* Zellenentwicklung in seinem Innern, was hier aber noch nicht stattfindet. Dennoch scheint schon die Azolla-Frucht wieder in den *indifferenten* Sporokarpienzustand der Blüthen zurückzusinken, welchen die den Rhizokarpen vorausgehenden und nachfolgenden Familien der Gonatopteriden haben. Zwar ist in allen Familien dieser Ordnung die Hinneigung zur Differenz des Blüthenwesens unverkennbar. Dennoch bleibt sie mit Ausnahme der Rhizokarpen nur erst Andeutung und erhebt sich nur in

diesen in solche Extreme, dass der Rückgang zur Indifferenz und die Ergänzung vermittelst der wiedereinkehrenden gegenseitigen Durchdringung und Vermählung der Gegentriebe zur Keimbildung nothwendig ist. Da diese Schwebe zwischen den Extremen von Reife und Germination, von knospigem Ansatz und Entwicklung, von Erschöpfung und Reproduktion im Ebenmaase die *Sporenerscheinung* beherrscht, so steht diese im sog. *Hermaphroditischen der Fortpflanzungsgeschichte*, von dem aus die Vegetation in die *Differenz* fortschreitet. Zu dieser Differenz kann sie sich jedoch nur in allmähligem Fortschritt auf *dieser* Stufe des Gewächsreich erheben. Daher sinkt sie auch *nach* den Rhizokarpen wieder in den ersten ursprünglichen Zustand zurück, da die Ausgleichung der Gegentriebe wieder herrschend wird. Selbst in dem Gegensatze der *doppelten Keimbildung* bei den folgenden *Isoëteen* und den sog. verschiedenfrüchtigen *Lycopodiaceen* wird die wahre Blüthendifferenz noch nicht erreicht. Denn obwohl das die sog. grossen Keimkörner erzeugende Organ der *Lycopodiaceen* eine Hinneigung zur Produktion von pistillartigen Keimen oder Embryen enthält, wird es dennoch eben so wenig ein wahres Pistill als das die kleinen Keimkörner (Sporen) erzeugende Kapselchen ein Antherensäckchen mit Pollen wird. Jedes bildet noch in seiner *hermaphroditischen* Natur Fortpflanzungskeime für sich *ohne Zusammenwirken* mit dem andern, was gleichfalls in Isoëtes geschieht, obwohl hier beiderlei Hüllen selbst indifferent, also Pistill und Staubgefäss eins erscheinen.

Das *Staubgefäss* ist aber dem *Sporokarp* nächst verwandt wie vor Allem die Pollensäckchen der

Rhizokarpen beweisen. Es hat darum auch *dieselbe* Grundlage *hermaphroditischer Natur*, wiewohl schon die *Differenz* in ihm klar ist. Daher kann es gleichfalls *elementare Keime, Pollenkörner*, produciren, die als Zellenknöspchen die erste Anlage und die Kraft zur Entwicklung und Bildung des höhern Fortpflanzungskeimes oder Embryo's der Pflanzen enthalten. Ein *Hauptunterschied* zwischen Spore und Pollen liegt darin, dass der Sporenschlauch als elementarer Keim die *äusserliche* Germination durchwandern muss, also vorzugsweise der Abhängigkeit und Aeusserlichkeit unterworfen ist und darum auch eine reichlichere Fülle von Material bei seiner Entwicklung im Produkt des Proëmbryo zur Folge hat, dagegen der Pollenschlauch *innerliche* Germination eingeht, um den höhern Keim (Embryo) zu produciren. Beide sind daher dem elementaren Wurzelwesen noch nahe verwandt, und entwickeln sich zu knospigen *wurzelknollenartigen Axenansätzen* (Embryen und Proëmbryen), die den ähnlichen Unterschied von äusserlicher und innerlicher Erscheinung haben wie die elementaren Keime. Daraus folgt, dass der *Pollenschlauch* schon eine höhere Reife und Erschöpfung hat, als der Sporenschlauch, indem jenes Keimchen seine Germination nicht mehr in der Abhängigkeit von der Aussenwelt vollführen kann, da es in dieser bei seiner Schwäche untergehen würde. Dadurch wird also der *Erhaltungstrieb* angereizt, um durch Hüllenbildung und Innerlichkeit die Keimbildung im Fortschritt zum höhern Keimansatze zu sichern. Dies ist somit der Grund zum Fortschritt der Differenzizung des Sporokarps und der Spore in die Gegensätze des wahren Blüthenwesens, indem zum Zustand der Reife durch Reaction die innerliche Germination und ver-

mehrte Reproduktion innerlich hinzukommt, die bisher im Proëmbryo nur *äusserlich* war. Nach einer Seite wird die Reife und Erschöpfung des elementaren Keims gesteigert. Dadurch geht er in das *Vorherrschen* des solaren oder männlichen Princips als Pollen, obgleich ihm die hermaphroditische Natur und Grundlage bleibt. Nach der andern wird das äusserliche Lebensmoment der Germination zum innerlichen oder die Verrichtung der allgemeinen Mutter Erde, welche diese im Proëmbryo hatte, übernimmt die Pflanze in *sich selbst.* So wird die Pflanze in Entwicklung, Erziehung, Ernährung des elementaren Keims zum Embryo *selbst* Mutter, erlangt in sich selbst den mütterlichen Organismus, und übt die Funktion aus, welche in der Entwicklung des Sporenschlauchs die Mutter Erde übte. Sie wird im Pistill, in der Samenknospe und im Embryosack *dadurch vorzugsweise weiblich.* Allein, da dieser weibliche Organismus nur die Stelle der Mutter-Erde in Entwicklung der Spore zum Proëmbryo vertritt, so kann er keinen Keim *erzeugen*, sondern nur mitwirken, den schon *erzeugten Keim* zu einer höhern Stufe zu *entwickeln* und zu ernähren. Die *Erzeugung des Embryo's* in der Samenknospe gehört also nicht *dieser selbst*, sondern gleichfalls noch der vom *Staubgefäss* stammenden Grundlage des *Pollenschlauchs* an. Es ist also noch *keine wahre Geschlechtsdifferenz* und kein Zusammenwirken zur Indifferenz vorhanden. Im Vegetativen ist erst ein *Anfang und Uebergang* zur *Geschlechtsdifferenz* aus der indifferenten Grundlage gemacht, so dass die *hermaphroditische* Natur, wie selbst in der Erscheinung der entgegengesetzten Blüthentheile, noch die Grundlage ausmacht und die wahre Geschlechts-

reitzung noch mehr *ausserhalb* dem Gewächs in *solaren und planetaren* Verhältnissen als in ihm selbst wie ein Eigenthum liegt. Die Proëmbryenerscheinung beweist dies aufs Klarste. In der Wesenheit der sog. Geschlechter erfolgt daher auch der Unterschied derselben aus einer Bestimmung durch die äussern Mächte zum Vorherrschen der Gegensätze in der Erscheinung, da im Staubgefäss durch das *Vorherrschen* der solaren Macht mit der Herrschaft der Reife und Verzehrung das sog. *männliche* Princip *vorherrschend* wird, in dem Pistill aber die Grundlage der ernährenden Allmutter-Erde das *Vorherrschen* des *weiblichen* Princips begründet, obwohl beide zugleich noch die indifferente hermaphroditische Grundlage bewahren. *) Denn das Pistill hat vor dem Staub-

*) Nach Schleiden (s. dess. Beitr. z. Bot. S. 53, was auch Endlicher und Unger in deren Grundz. d. Bot. §. 705 und 711 vortrugen) soll die Anthere zum *weiblichen* Organ (Eierstock), der Embryosack zum *männlichen* Organ (Samenbläschen) gestempelt werden, so dass das Pollenkorn als Ei vom Embryosack *befruchtet* werde (!) Abgesehen davon, dass, wenn das Pollenkorn schon ein Keim oder Ei ist, wie jene zugeben, die Befruchtung (!) (wenn denn die Botaniker ohne *Befruchtung* nicht damit zurecht kommen können!) schon bei der Produktion des ursprünglichen Keims oder Eies als Pollenkorns oder Spore *vorausgegangen* sein muss, so widerspricht auch diese verkehrte Darstellung der allgemeinen Zeugungstheorie, nach welcher denn doch das Männliche das Zeugende, das Weibliche (hier Pistill) das Empfangende, Ernährende und Gebärende des Fötus ist. Nach jener Theorie wäre aber die Mutter das Erzeugende, der Vater das Gebärende, so dass das Kind vom Vater geboren würde? Suum cuique! — Hier möchten wir nur noch fragen, wer oder was denn die Spore befruchtet? Denn wenn der Pollenschlauch befruchtet werden muss, um eine Entwicklung einzugehen, so muss dies denn doch auch mit der dem Pollen so innigst verwandten Spore zu demselben Zwecke gleich-

gefäss die vermehrte Reproduktion voraus, so dass der elementare Keim *dasselbe* Lebensmoment in ihm erlangt und somit die Regermination, welche er schon im Staubgefäss begonnen hat, fortsetzen kann, wie das Pistill selbst in seinen Karpellen gleichsam nur eine Fortsetzung der Staubgefässe in erhöhter Stufe der Produktion ist.

Dadurch wird die *vegetative* Fortpflanzungsgeschichte wesentlich verschieden von der *animalischen* und zwar in dem Maase und Charakter als der animalische und vegetative Organismus verschieden ist, wie wir schon im 2. Heft dieser Schrift (I. Band) S. 55 ff. geschildert haben. Das Vegetative hat noch den Charakter der *successiven* Entwicklungsgeschichte. Wie die Organe nur in der *Succession* erscheinen und eine absatz- und stufenweise Fortbildung vom Niedern zum Höhern auftritt und die drei Lebensabschnitte in der Besonderheit auseinanderliegen, so herrscht noch eine *stufenweise* in zwei Absätzen erfolgende Keimbildung im Fortschritt des elementaren Keims zum Embryo. Denn die Lebensmomente von Reife und knospiger Regermination, welche diese Keimverschiedenheit bestimmen, liegen

---

falls geschehen. Wollte aber ein Botaniker eine *Befruchtung* der Spore behaupten, so würde man ihm mit Recht zurufen: Nihil est tam absurdum, quod non dixerit aliquis philosophorum. Das nämliche gilt aber auch von der sog. Befruchtung des Pollens. Ueberhaupt wird das Wort: „Befruchtung" in der Botanik ganz gedankenlos gebraucht, da kein Botaniker weiss, was er für einen Begriff damit verbindet. Allein, da man sich von dem unsinnigen Vorurtheil nicht befreien kann, dass die *vegetative* Fortpflanzung *animalisch* sei, so können solche Botaniker dieses Wort nicht entbehren.

noch auseinander. Selbst in dem Zusammentreten von Pollenschlauch und Embryosack in der Samenknospe ist noch kein eigentliches Verschmelzen und Vermischen beider. Das Animalische dagegen hat die Gegensätze von Knospen und Entwickeln nicht in der äussern Folge und Abhängigkeit, sondern in unmittelbarer Gegenbeziehung und organischer Durchdringung oder Knospen und Entwickeln in *einem* Akt. In jedem Akt hat es die Differenz der Gegensätze und das Zusammenwirken zur Indifferenz und allseitigen Vermischung zugleich. Bei der Pflanze tritt diese Differenz zwar auch hervor. Allein sie steht noch in der äussern Folge ohne wahre innere Gegenbeziehung, ohne ächten organischen Zusammenhang. Die Organe haben noch nicht die Kraft, zur Indifferenz zurückzukehren und zusammenzuwirken, wie im Animalischen. Es ist, wie z. B. in der Diöcie, *erst ein Fortschritt zur Differenzirung. Die Geschlechter sind erst im Werden und die Geschlechtsdifferenz ist noch nicht* im *Rückgang zur Indifferenz.*

Da das Staubgefäss mit dem Karpell nächst verwandt und die Keimbildung ursprünglich hermaphroditisch ist, so kann es wohl auch Fälle geben, in denen sich das Staubgefäss im Fortschritt seiner selbst aus der staubgefässartigen Grundlage zur Pistillartigkeit erhebt oder ein und dasselbe Organ die *verschiedenen* Zustände der zweierlei Blüthentheile in *einem* Gebilde stufenweise durchwandert. Daher kommt es, dass auch bei diöcistischen Gewächsen Samen und Embryen in der sog. weiblichen Pflanze gebildet werden können, ohne dass sie bestäubt oder überhaupt mit der sog. männlichen Pflanze oder deren Pollen in Verbindung kommt. Denn so hat z. B., abgesehen von den älteren unzweifelhaft richtigen

Wahrnehmungen eines Camerarius, eines Spallanzani u. a., neulich eine aus Australien stammende diöcistische Euphorbiacee, Cœlebogyne *Smith*, welche in den Treibhäusern Englands cultivirt wird, ohne eine Spur von Antheren und Pollen oder überhaupt ohne eine sog. männliche Pflanze *volle Samen mit ausgebildeten Embryen* angesetzt, woraus beim Aussäen junge Pflänzchen aufgingen (s. annal. of nat. hist. IV). Damit haben einige Aehnlichkeit solche Fälle bei Missbildungen, worin ein und dasselbe Organ *Staubgefäss und Pistill zugleich* wird, wie z. B. bei Chamaerops humilis, wo nach Mohl (s. dess. vermischt. bot. Schrift. S. 33) jedes Karpell sein vollkommen ausgebildetes Eilein in der Bauchnaht enthielt, aber zu beiden Seiten dieser Naht der Länge nach ein gelber Wulst verlief, welcher beim Durchschnitt des Ovariums sich als ein durch die gewöhnliche Scheidewand in zwei Loculamente getheiltes mit Pollen gefülltes Antherenfach erwies. In diesem Vorherrschen der noch mehr der Indifferenz angehörigen sporokarpienartigen Vegetation der Blüthentheile erscheinen sie vorzugsweise in der *Schwebe* zwischen der *entgegengesetzten* Natur der Blüthentheile oder sind im Anfange ihrer Erscheinung noch *vorzugsweise staubgefässartig* im Vorherrschen des Reifezustandes und werden, indem im Fortschritt des Wachsthums und der Ausbildung die vermehrte Reproduktion und Wiederverjüngung vorherrschend wird, in das Lebensmoment der *Pistillartigkeit* übergeführt. Diese Natur und Wesenheit in der *Schwebe* zwischen den Lebensmomenten beider Blüthendifferenzen ist vor Allem hauptsächlich der Samenknospe und dem daraus werdenden Samen eigenthümlich. Denn die Samenknospe beginnt mit dem Zustande

höchster Reife, wie schon ihre anfängliche Schwäche und Erschöpfung, ihre innerliche Aushöhlung, die Auflösung des centralen Zellgewebes, die Isolirung und Expansion des Embryosacks beweist. Allein sie bleibt in diesem staubgefässartigen Lebensmoment nicht stehen, sondern schreitet zur vermehrten Reproduktion, zum erneuten Ansetzen, zur Hüllenbildung und Innerlichkeit, also zum Vorherrschen des pistillartigen Lebensmomentes fort und schwebt daher in der Mitte zwischen beiden Gegensätzen von Reife und Regermination, was ja überhaupt der *seminalen* Erscheinungsweise eigenthümlich ist.

Gehen wir von diesen allgemeinen Vorbemerkungen zur Bedeutung der so ausserordentlichen seltsamen Fortpflanzungs- und Keimungsgeschichte der Rhizokarpen zurück, so wird dadurch ausser Anderm nicht nur die *sporokarpienartige* Erscheinung der sich entwickelnden Samenknospe mit der Samenschale, so wie die ähnliche Gestaltung der Azollafrucht verständlich, sondern auch die *sporokarpienähnliche*, einer Mooscolumella oder einem Equisetaceensporokarp im allgemeinen Aussehen gleichende Bildung und Form des *Rhizokarpenembryo's*, wie z. B. bei Salvinia. Denn die Sporokarpienerscheinung gehört einestheils dem vorzugsweise *hermaphroditischen* Wesen an als Mittelzustand zwischen den entgegengesetzten Blüthenorganen. Anderntheils ist das Sporokarp, wie beim Uebergang der Equisetaceen in die Rhizokarpen nachgewiesen wurde und in der folgenden Geschichte noch klarer erhellen wird, der knospige oder vielmehr embryenartige Ansatz zur Zweigerscheinung, also der Ansatz zu einem Axenorgan. Dadurch erscheint es als ein Embryengebilde und geht darum auch im Typus der Mooscolumella, die gleich-

falls ein Embryengebilde der Moosfrucht ist, hervor. Demnach erscheint der Rhizokarpenembryo noch in ähnlicher typischer Bildung wie der Embryo der Moostheka (die Mooscolumella) und das Equisetaceensporokarp. Ein sporokarpienähnliches Axenorgan geht als Embryo aus einem andern sporokarpienähnlichen als einer entwickelten oder in das pistillartige Lebensmoment *erst* überschreitenden Samenknospe hervor.

Da aber diese Erscheinung noch nicht zur wahren Pistillartigkeit mit der höhern Hüllenbildung, vermehrten Produktion und Innerlichkeit des wahren Pistills gelangen kann, so herrscht der hermaphroditische Sporokarpienzustand noch vor. Demgemäss steht der den Rhizokarpenembryo entwickelnde Pollenschlauch noch in der *Schwebe* zwischen einem wahren, im Innern des Pistills und der Samenknospe den Keim entwickelnden, Pollenschlauch und zwischen dem Sporenschlauch, so wie der Rhizokarpenembryo noch in der Mitte steht zwischen einem Proëmbryo und einem wahren innerlich verschlossenen Embryo. Vom Proëmbryo unterscheidet sich der Rhizokarpenembryo hauptsächlich durch die höhere Ausbildung seiner *axenartigen* Beschaffenheit, während der Proëmbryo vorzugsweise in die horizontalexpandirte, ja selbst noch wie in dem Farnenproëmbryo thallusartige, Gestaltung durch die Herrschaft des Entäusserungstriebs übergeführt wird und sich nicht zur Axe zusammenziehen kann. Dagegen wachsen auch im Rhizokarpenembryo bei seiner fertigen Bildung die Gipfelknospen und Wurzeln sogleich aus wie beim Fortschritt des Proëmbryo in die Stengelchen oder des Farnenproëmbryo in die Wedelchen. Die blüthenartigen Gegensätze von knospigem Ansatze und von Entwicklung, von äusserlicher und innerlicher Germination sind

hier selbst bei der Embryenbildung und Keimung nur gering, wie die Unterschiede in der Erscheinung der Blüthenorgane (Pollen- und Eisäckchen) *selbst* nur schwach sind. Allein bei den Kotyledoneen steigen die Gegensätze, sowohl in der Erscheinung der Blüthen als in der Keimbildung. Wie überhaupt die Innerlichkeit und *innere* Germination in Reaction gegen die höhere Reife hier zunimmt, so nimmt die materielle Masse ab. Auch hier erscheinen die Staubgefässe, wie die Sporokarpien, mit denen sie nächst verwandt sind, als embryenartige Axenorgane mit dem Ansatze verjüngter Gipfelknospe wie die Embryen überhaupt. Auch in dieser Gipfelknospe geschieht die Anlage zu Zellenknöspchen oder elementaren Fortpflanzungskeimen, Pollenkörnern, die den Sporen eben so sehr verwandt sind, als das Staubgefäss dem Sporokarp. Allein hierin herrscht die gesteigerte Reife und damit die höhere Kraft des Erhaltungstriebes in Bereitung höherer Innerlichkeit zur *innerlichen* Germination des Pollenschlauchs. Wie daher im Fortschritt zum pistillartigen Lebensmoment in der Samenbildung der Rhizokarpen die Sporokarpienerscheinung, der *Equisetaceen* selbst jedoch in modificirter Umwandlung wiederholt wird, so *wiederholt* sich in dem *Pistill* der *Kotyledoneen* die vorausgehende Lebensgeschichte des Androphorums als eines *Blüthenreceptakels* in erneuter modificirter Reproduktion mit vermehrtem Material und höherer Innerlichkeit. Das Pistill ist, wie das Androphorum (z. B. bei der monopetalen Korolle), ein erneut aufsprossendes, wieder verschlossenes Blüthenreceptakel, wovon die Karpelle den Staubgefässaxen, die Samenknospen oder Samen mit ihrem Keiminhal tden Antherenloculis in höherer Stufe entsprechen. Wie daher die

Pistille eine *höhere Gradation* der Entwicklung der *embryenartigen* Axenorgane der Staubgefässe sind, so wird auch der Embryo zu einer *höhern Stufe* der Entwicklung und Bildung (gleichsam zum *Puppenzustand* wie das entwickelte Insektenei nach dem Larvenstand) erhoben. Darum ist nicht nur der Bau des Embryo's noch staubgefässartig, da er als ein höchst schwaches Axenorgan mit einer Gipfelknospe erscheint, sondern es erlangt der Pollenschlauch in der Samenknospe auch in *dieser* Familie dieselbe *zweiseitig entgegengesetzte Polarisation* von Reife und Regermination wie der Embryo in Würzelchen und Plumula und wie das Staubgefäss selbst, da das in die Samenknospe eingedrungene Ende den Embryo wie eine Gipfelknospe in sich ansetzt, während das andere Ende in Reife abstirbt.

Da die gemeinen Axengebilde, die Stämme mit ihrer Zweigproduktion, ursprünglich mit der Blüthen- und Fruchtvegetation innigst verwandt, ja fast indifferent sind, so dass sie erst auf spätern Stufen in die Gegensätze auseinandertreten, so kommen auch in jenen die mit dem Blüthenwesen verwandten Erscheinungen vor. Wie daher die *Frucht* als eine gegen den höhern Reifezustand gerichtete vermehrte Reproduktion diesem Reifezustande nachfolgt und erst auf höherer Stufe des Gewächsreichs in voller Erscheinung einkehrt, so tritt dieses *pistillartige* Lebensprincip auch beim *Stamm* erst im höhern Gewächsreich, nämlich bei den *Dicotylenstämmen,* in *voller* Erscheinung hervor, während die Stämme der *Akotylen* vorzüglich im Lebensprincip des *Sporokarps*, die der *Monokotylen* im Lebensprincip und Typus der *differenten Blüthentheile* oder vorzugsweise in dem des *Androphorums* vegetiren.

Hier möge davon nur erwähnt werden, dass die Vegetation des gemeinen Axengebildes der *Dicotylen* zwischen denselben Gegensätzen der Reife und vermehrten Reproduktion schwebt wie die Frucht. Um eines besondern Falles davon zu erwähnen, geht z. B. die Hauptaxe (sei es auch nur ein Rhizom oder Zweig) in den Zustand der Reife und setzt Knospen oder Knollen an. Darin ist sie noch vorzugsweise androphorumartig. Indem sich aber solche Knospen durch Regermination in Zweige entwickeln und in vermehrte Reproduktion fortschreiten, so dass auch hier wieder die erneute innerliche Knospenansetzung einkehrt, wird die Vegetation pistillartig.

Allein dies ist nur ein untergeordneter annaloger Fall dieses pistillartigen Fortschrittes aus dem Typus der Verstäubung zur vermehrten Reproduktion. Suchen wir aber die mit diesem Vorgang des *Blüthenwesens* völlig in Einklang stehende und dessen *zweierlei Keimbildung* verwandte, nach Maasgabe des verschiedenen Vorkommens in verschiedenen Sphären des pflanzlichen Organismus modificirte Grundlage dieser zweierlei verschiedenen Keimbildung, so finden wir, dass sie im Wesen des allgemeinen Pflanzenorganismus begründet ist. Da der Pflanzenorganismus aus *drei* Hauptlebensabschnitten besteht, nämlich aus der Lebenssphäre der Verkörperung oder Ernährung, aus dem Lebenskreise der Vermehrungsgeschichte und aus dem Blüthenwesen oder der Fortpflanzungsgeschichte, so liegt, wie wir schon im ersten Heft dieser Schrift dargestellt haben, im Wesen der Fortpflanzung ein Zusammenfassen und Concentriren, ein Ineinanderwenden der zwei niedern Lebensabschnitte der Ernährungs- und Vermehrungsgeschichte. Die Hauptlebensmomente, die dort in weiter Ferne aus-

einanderliegen, sind hier zu nächster Gegenbeziehung und organischer Durchdringung und Verbindung zusammengezogen. Denn die *Lebenshälften* und ihre Erscheinungen, welche im Blüthenwesen die Innerlichkeit und Nähe, die *unmittelbare* gegenseitige Durchdringung und Ergänzung durcheinander behaupten, sind in den beiden niedern *Lebenshälften des Pflanzenorganismus*, nämlich in der Verkörperungs- und Vermehrungsgeschichte, durch ihren Zustand äusserer Abhängigkeit sich selbst mehr entfremdet und in grösserem Absatze, in weiter auseinanderliegender Stufenfolge als die zweierlei Blüthencyclen sich folgen, auseinander gezogen. In diesem Zustande äusserer Abhängigkeit herrscht darum auch in den Erscheinungen und Organen der zwei ersten Lebensabschnitte die Macht der Entäusserung, der Reife und Hingebung an den Eingriff der äussern Naturreize. Darum kann im Allgemeinen die Keimgrundlage, aus der die Produktion der ersten und zweiten Lebenshälfte des Pflanzenorganismus hervorgeht, nicht die wahre volle Innerlichkeit der Keimerscheinung bewahren, wie der dritte, im Gegensatz gegen die äussere Abhängigkeit, in Selbstständigkeit und freiem innerm Walten erscheinende, Lebensabschnitt des Blüthenwesens es vermag. Vielmehr sind die niedern Keime im Allgemeinen theils hüllenlos, theils werden die Hüllen, wo sie sich ansetzen, früher oder später mehr oder weniger schnell aufgebrochen und der Gehalt in Germination und Entwicklung entäussert. Diese *Keimgrundlage* liegt beim ersten Lebensabschnitt der Verkörperungs- oder Ernährungsgeschichte im Allgemeinen im Wurzelknollen und in der körperlichen Erscheinung des Rhizoms u. dgl. Im zweiten Lebensab-

schnitt der pflanzlichen Vermehrungsgeschichte zeigt sich die Keimbildung in der Natur des *Knospenwesens*.

Allein, da sich der dritte Lebensabschnitt als die Concentration des vorausgehenden Lebensorganismus darstellt, so wird dadurch fürs erste deutlich, dass sich auch der erste Lebensabschnitt zum zweiten verhält, wie die niedere Blüthenerscheinung, die staubgefässartige Grundlage, zur höhern oder der pistillartigen Vegetation. Daher herrscht auch im ersten Lebensabschnitt wie in der Staubgefässerscheinung die Reife und Aeusserlichkeit, die grössere Abhängigkeit von den äussern Mächten, die Schwäche und Erschöpfung vor, im Vergleich mit dem zweiten, welcher im Zustande der vermehrten Reproduktion mit vorherrschender Innerlichkeit auftritt. Dies ergibt sich leicht, wenn man das Wurzelwesen und Rhizom mit seiner schwachen körperlichen Grundlage im Verhältnisse zu den daraus hervorgehenden Stämmen mit ihrem üppigen Knospen- und Zweigwesen und üppigen Grünen auch nur flüchtig vergleicht. Doch wie in jedem der beiden Blüthentheile die Gegentriebe von Reife und vermehrter Reproduktion sich nicht nur gegenseitig durchdringen, sondern auch in den Gegensatz hervortreten, so liegt der ähnliche Gegensatz auch in jedem der beiden ersten Lebensabschnitte des Pflanzenorganismus und ihrer Keimgrundlage. Da diesen Gegensätzen die Hauptlebensmomente von vorherrschend äusserer Germination und von innerlicher Regermination und vermehrter Reproduktion zu Grunde liegen, so treten sie darum in dem ersten Lebensabschnitt einestheils in den Erscheinungen von wirklichem Wurzelwesen, insbesondere von Wurzelzasern mit ihren Wurzelpa-

pillen und Wurzelhärchen hervor, anderntheils folgt dieser Entäusserung der Zustand der innerlichen Keimfülle in der Erscheinung von Wurzelknollen und Wurzelknospen nach. Im zweiten Lebensabschnitte stehen beide Erscheinungen im Gegensatze von Axillarknospen mit deren Entwicklung und Entäusserung des Gehaltes in Zweigproduktion und von Blüthenreceptakeln, welche die Keimfülle zum Zweck *innerlicher* Germination und Entwicklung der Blüthen zurückhalten.

Im Uebergang zum dritten Lebensabschnitt werden zwar die beiden ersten fast zur Indifferenz ineinandergewendet, so dass dadurch beide, weil sie Gegensätze von einander sind, sich *fast* aufheben und ihre Erscheinungen selbst an den Rand des Untergangs bis zur Keimgrundlage des Blüthenreceptakels zurücksinken. Allein obgleich die Blüthen eine erneute Produktion aus dem Untergange und *keine eigentliche* Fortsetzung oder Zusammenfassung der Vegetation der niedern Lebensabschnitte sind, so erscheinen sie dennoch in Kraft dieses Gesetzes, welches in diesen zwei niedern Lebensabschnitten wirksam ist, da es ja ursprünglich seine Grundlage in der höhern blüthenartigen Vegetation selbst hat. Wie daher in der Vegetation der zwei ersten Lebensabschnitte die Erscheinung des ersten oder die Grundlage der Verkörperungsgeschichte in den zweiten, die Vermehrungsgeschichte, übergeführt wird, auf ähnliche Weise wird die staubgefässartige Blüthenvegetation in die pistillartige entwickelt. So gehen die zwei niedern Lebensabschnitte in ihrer Erscheinung unter und zugleich in dem Blüthenwesen durch Regermination wieder auf. Daher erzeugt die Pflanze in der Verstäubung gleichsam Wurzel-

zellchen im Embryozustand als Pollenschläuche und im Embryo ein Wurzelknöllchen in Verschlossenheit der Samenhülle und in innerlicher Germination. Ja, auf der niedersten Stufe des Gewächsreichs wie namentlich in den Süsswasseralgen, wo der Sporenschlauch oder Keim noch ohne äussere Spordermis nakt in der Mutterzelle (Sporangium) erscheint, hat er keinen eigentlichen Embryozustand, so dass er nach dem Aufbruch des Sporangiums als eine einfache keimende und wurzelnde Zelle erscheint, die darum auch *Keim und Wurzelzelle zugleich* ist. Dasselbe sind die sog. *Brutzellen* (gonidia oder gongyli) der Flechten u. a., welche über die Oberfläche hervortreten, sich ablösen und selbstständige Pflänzchen hervorbringen, oft aber auch sich zu Bruthäufchen (soredia) auf der Oberfläche entwickeln. Eben so findet man auch oft bei höhern Akotylen, (z. B. den Lebermosen), dass eine Zelle aus der Verbindung mit den benachbarten sich mehr oder weniger isolirt und durch Einleitung eines Zellenentwicklungsprocesses eine solche Häufung von Zellen zu einem Zellenknöspchen oder sog. *Brutknöspchen* (gemmula prolifica) producirt, welches einige Aehnlichkeit mit jener lockern knospig gehäuften Masse von Zellen hat, welche sich gewöhnlich auf den Spitzen der Wurzelzasern ansetzt und *Wurzelschwammwülstchen* (spongiola) genannt wird. Allein dieses wird in Reife und Entäusserung abgestossen, jenes Brutknöspchen hat aber Keimkraft und pflanzt das Gewächs wie ein *Wurzelknöllchen* fort. Da auf der niedersten Stufe (erste Klasse) die Gegensätze der drei Lebensabschnitte der Pflanze noch nicht in die Selbstständigkeit, in entgegengesetzte Formen und Bildungen hervorgetreten sind, so vertreten diese Brutknöspchen

die Natur von Wurzelknöllchen, von Knospen und Embryen zugleich und kommen daher auch öfters, wie namentlich in ihrer Erscheinung als grosse Keimkörner der Isoëteen, innerlich vor. Damit grenzen sie schon an die Erscheinung der höhern Embryen. Die Embryenbildung geht somit auf der *niedersten* Stufe (Akotylen), wo die zwei höhern Blüthensphären, wie die zwei niedern Lebensabschnitte, *unter einander fast indifferent* sind, von der *niedersten Knospenbildung*, der brutknöspchen- und wurzelknollenartigen Produktion und Erscheinung aus, die sich der wahren knospigen des zweiten Lebensabschnittes kaum nähert. Darin liegt insbesondere auch die Erscheinung des *Proëmbryo's*. Wie aber die *Gegensätze* des Lebens sowohl zwischen dem ersten und zweiten Lebensabschnitte als zwischen den Blüthentheilen, Staubgefässen und Pistillen, steigen und damit statt der Wurzelknollen wahre Axillarknospen erscheinen, die selbst im Wesen von Differenzirung erscheinen, so erhebt sich auch die Embryenbildung zu einer höhern Erscheinung und geht auch aus den *Gegensätzen* von Embryosack und Pollenschlauch hervor, was aber bei den *Rhizokarpen selbst noch nicht* geschieht.

Da jedoch eine ausführlichere Erörterung dieses wichtigen Verhältnisses, aus dem so bedeutende Resultate sich ableiten lassen, hier zu weit vom Ziele dieses Buches abführen würde, so gehen wir zur Anwendung dieser Sätze auf die *Rhizokarpen* und fügen fürs erste bei, dass der Embryo derselben fast im Wesen eines wurzelnden unterirdischen Schaft- oder Axengliedes erscheint, dergleichen wir als *Wurzelknollen der Equisetaceen* kennen gelernt haben, welches auf einem andern Axenstück (entwickelte Samenknospe)

fast wie aus jenem proliferirend sich ansetzt, ähnlich, wie wir schon in der *Moosfruchtvegetation* eine solche Fortpflanzung von Axenstücken auseinander durch Proliferiren und Einschachteln in einander nachgewiesen haben. Denn die *Wurzelknollen* sind ihrem Wesen nach ursprünglich knospige Axenstücke oder wo sie als Anfang zu einem Zweige im ersten Axenstücke stehen bleiben, mit den *Axillarknospen* nächst verwandt. Darum setzt sich auch der Embryo der *Rhizokarpen* noch mehr proëmbryenartig *äusserlich* an und erlangt noch nicht die volle Innerlichkeit des wahren Embryo's des höhern Gewächsreichs, welcher in die Samenschale verschlossen ist. Denn auch der Wurzelknollen hat im Vergleich mit den Axillarknospen, welche sich *innerlich* im Knoten der Pflanze ansetzen, eine noch vorzugsweise *äusserliche* Entstehung und *äusserliche* Vegetation. Ja der Proëmbryo selbst ist seinem Wesen nach schon ein wurzelknollenartiger Ansatz zu einem Axenorgan, der aber die Innerlichkeit noch weniger als der eigentliche Wurzelknollen der Pflanzen erlangt. Vielmehr wird dieses Gebilde, statt in compakte stengelartige Fügung des Gewebes, in die thallusartige Expansion und Blattartigkeit (wie z. B. das Keimblatt der Farne) durch Herrschaft der Reife, der Aeusserlichkeit und des Wurzelwesens übergeführt, hat also noch die niederste thallusartige Axenvegetation.

Aber auch die Samenknospe der *Rhizokarpen* selbst steht noch nicht in der Natur der höhern pistillartigen Axenerscheinung, welche die wahren Samenknospen haben, sondern noch im Charakter der *niedersten* Axenbildung, da sie, wie wir von den entwickelten Samenknospen derselben und insbesondere

auch von der Azolla-Frucht nachgewiesen haben, im Typus und in der Grundlage von *Sporokarpien* erscheint. Demgemäss erscheinen auch diese Samenknospen wurzelknollen- oder proëmbryenartig als Axenorgane im Zustand der Reife und Erschöpfung mit dem Ansatze erneuten knospigen Gipfeltriebes. Wie im Fortschritt zum *zweiten* Lebensabschnitt der Pflanze in ihre Vermehrungsgeschichte die höhere Reife und damit auch die Reaction zur vermehrten Reproduktion, also die Differenzirung in die Gegensätze vorherrschender Reife und Regermination, in der Hauptaxe einkehrt, entsteht statt des Wurzelknollens der axillare Zweig des Stammes. Indem sich aber in demselben Fortschritt aus der Erscheinung der Rhizokarpen die Samenknospe aus ihrer sporokarpienartigen Erscheinung auf folgender Gradation in den Monokotylen in die höhere Stufe erhebt, wird sie *karpellartig* und erscheint auf der nächsten Stufe als einsamiges Karpell der Cycadeen, Palmen und Gramineen. Hiermit erlangt dieses Gebilde denselben Gegensatz von Reife und Regermination, indem das Karpell als reifes Axenorgan und die aus ihm hervorgehenden Samenknospen als Gebilde der innern Regermination erscheinen. Allein auch die Samenknospe selbst erlangt dieselben Gegensätze von höherer Reife und Regermination, da sie mit dem erschöpften Zustand der Reife beginnt und zu vermehrter Reproduktion fortschreitet, wie auch der anfängliche Zustand des Embryosacks verglichen mit dessen späterem, wo das Endosperm aus ihm hervorgeht, kund gibt. Darum wird auch der Pollenschlauch in der Samenknospe in denselben Zustand der höhern Reproduktion übergeführt, den diese in sich selber hat. Wie die Samenknospe ein, trotz der vermehrten Re-

produktion, durch übermässige Reife in Erschöpfung stehender Axenansatz ist, so erscheint der Embryo als ein in Form von Knospenansatz wiederaufgehendes Axenorgan und steht damit zur Samenknospe und dem Embryosack in einem ähnlichen Verhältnisse wie die *Axillarknospe* der Gewächse zu dem im Knoten der Pflanze bei seinem Zustand von Reife *verholzenden Gefässbündelkreis* mit dessen dickem Markcylinder, auf welchem sich die *Axillarknospe* in verjüngter Erscheinung ansetzt, ohne eine unmittelbare Fortsetzung von jenem innerlichen Gebilde zu sein, da jenes vielmehr in Reife erschöpft nicht selbst zu einem Zweig auswachsen kann. Wie aber dieses innerliche Axengebilde für die Knospe Grundlage und Nahrungsgehalt ist, so vertritt dieselbe Function für den Embryo die *Samenknospe* mit dem Endosperm des Embryosacks. Beide erscheinen als rudimentäre innerliche Axenansätze in Analogie.

Dieser Vorgang der Embryenbildung steht daher im allgemeinen Fortpflanzungsgesetz der Vegetation. Bei den *Rhizokarpen* gibt sich dieser Vorgang in der Weise kund, dass das Sporokarp der Equisetaceen, so wie es beim Uebergang dieser Familie in die *Rhizokarpen* durch die gesteigerte Reife und Entwicklung untergeht, bei diesen durch Reproduktion in der Fortpflanzungsgeschichte in zwei proliferirenden Axenstücken, der Samenknospe und dem Embryo, wieder vermehrt aufgeht, da beide Axengebilde in sporokarpienartiger Grundlage erscheinen, wie oben dargestellt wurde.

Wie die *äusserlich* germinirende *Spore* der Akotylen den *Proëmbryo* erzeugt, der ein in Reife und Aeusserlichkeit untergehender Axenansatz mit Gipfelknospe und Gipfelvegetation, also schon fast ein

Axengebilde im Wesen der Embryenerscheinung ist, so wird durch *innerliche* Germination der *Spore* ein ähnliches in Ueberreife untergehendes Axenorgan mit Gipfelvegetation beim Uebergang der *Equisetaceen in die Rhizokarpen* als *innerlicher Proëmbryo* oder als *embryenartiges Sporokarp* producirt. Dies ist die hier noch *sporokarpienartig sich entwickelnde Samenknospe*, deren Embryosack dem innerlich germinirenden Sporenschlauch der Spore entspricht und deren Nucleus gleichsam von dem übrigen entwickelten Gehalt der Mutterzelle der Spore und deren vermehrtem Material herrührt. Die Samenknospe kann aber hier kein *wahres Sporokarp* werden, sondern da sie ursprünglich wie dieses und das Staubgefäss ein embryenartiges Axengebilde ist, so erscheint sie durch Entwicklung der Gipfelvegetation wie das Karpell selbst im Vergleich mit dem Staubgefäss als ein durch die höhere Reife und Entwicklung *untergehendes* Axenorgan. Da nun in ihr zugleich der Embryo als wiederhergestelltes schwächstes *sporokarpienartig* erscheinendes Axenorgan erzeugt wird, so verhalten sich *Samenknospe* und *Embryo* auf dieser Stufe zu einander, wie ein durch vermehrte Entwicklung schon im Ansatze *untergehendes embryenartiges* Sporokarp (oder Staubgefäss) und ein durch vermehrte Reproduktion als Embryo verjüngt *wieder aufgehendes Sporokarp* (oder staubgefässartiges Axenorgan). Dass aber der *Embryo* überhaupt und ursprünglich, wie die Samenknospe der Rhizokarpen (und wie die Azolla-Frucht), im Typus des *Sporokarps* der *Equisetaceen* und der Grundlage desselben, der *Moosfruchtcolumella* als eines ersten innerlichen Embryo's des Gewächsreichs, erscheint, haben wir nicht nur in der oben dargestellten Form nnd Be-

schaffenheit des Rhizokarpenembryo's nachgewiesen und darauf insbesondere bei dem Embryo von Salvinia aufmerksam gemacht, sondern die Spuren dieses Grundtypus bleiben demselben auch noch bei den Monokotylen. So z. B. entspricht das sog. *Schildchen* des *Grasembryo's*, welches den Cotyledon (cot. scutelliformis) desselben vertritt, der Pelta des Equisetaceensporokarps oder dem Querfell der Mooscolumella und der flachen Scheibe des Salvinia-Embryo's, also auch einem Connectiv oder Blüthenreceptakel. Wie aber das Sporokarp durch die höhere Reife und deren Gegensatz, die Regermination, zur staubgefässartigen Erscheinung fortschreitet, so hat der Monokotylenembryo einen ähnlichen Fortschritt, was wir in unserer Darstellung der *Cycadeen* näher erörtern werden. Denn wenn die gesteigerte Reife einwirkt, so kehrt damit nicht nur die Expansion ein, wodurch das Staubgefäss (zumal die Anthere) blattartig expandirt wird, während das Sporokarp einen ganz gleichmässigen Umfang hat, sondern, da auch die Reaction dagegen innerlich einkehrt und gleichsam eine Mittelrippe im blattartig ausgebreiteten Organ producirt, so zeigt sich hierin die Natur zweiseitig entgegengesetzter Polarisation im Wesen des Gegensatzes von Mittelrippe und Blatthälften. Bei dem Uebergang des Monokotylenembryo's in den der Dikotylen tritt aber, indem diese staubgefässartige Differenzirung des Gebildes noch höher steigt, die *Entzweiung* ein, so dass statt des einfachen Kotyledons ein zerlegter oder doppelter erscheint, der Blatthälften gewissermassen entspricht. Ja in selteneren Fällen kommen mehr als zwei Kotyledonen vor, die wie jene zwei den *Lappen* (lobulis) des auf dem Embryosack aufsitzenden Sporokarps der Azolla-Frucht und der Sa-

menschale der Rhizokarpen, so wie den Sporensäckchen entsprechen. Da ferner das Pistill durch die in ihm so übermässig gesteigerte Reife und den Entäusserungstrieb in sich selbst keim- und gehaltlos wird, so muss der Gehalt von aussen kommen durch den in die Samenknospe eindringenden Pollenschlauch, der, anstatt dass der Sporenschlauch auf dem feuchten Boden einen äusserlichen Zellenentwicklungsprocess zur Produktion des Proëmbryo's eingeht, innerlich germinirt und in seinem Innern selbst den Embryo ansetzt.

Nach der oben dargestellten Analogie des Embryoansatzes in der Samenknospe mit dem Ansatze der Axillarknospe könnte man auch diese Fortpflanzungsgeschichte mit dem Pfropfen (Impfen, Oculiren) vergleichen, wie von uns schon in der Erörterung der Ordnung der Süsswasseralgen geschehen ist, und daraus die Erscheinung der *Hybriden* des Gewächsreichs ganz gut erklären. Denn so räthselhaft und wunderbar es ist, wie die Vegetation einem so schwachen Elementarorgan, wie der Sporen- und Pollenschlauch ist, den allgemeinen und besondern Charakter der Mutterpflanze in ihrer Wesenheit fest und sicher einzuprägen vermag, so werden wir doch in der Entwicklung und Produktion, sowohl aus dem Sporenschlauche im Proëmbryo und dem Keimpflänzchen als aus dem Pollenschlauch im Embryo und dessen Germination zur jungen Pflanze gewahr, dass diese Kraft und Natur wirklich dem elementaren Keimchen eingepflanzt sein muss. Indem aber durch die Germination des Pollenschlauchs in der Samenknospe auch die Einwirkung der andern neuen Pflanze, die jedoch der Mutterpflanze verwandt sein muss, ihren Theil zur Bildung des Embryo's

beiträgt und die Natur des Embryo's zum Theil in die ihrige umwandelt, so ist in dieser Aufnahme und Vermischung der Eigenthümlichkeiten beider Pflanzen der Mittelzustand des Blendlings oder Bastardgeschöpfes wie in einem gepfropften Zweig verständlich, ohne dass man zu der vertrackten Befruchtungstheorie seine Zuflucht zu nehmen genöthigt wäre.

Doch da die Aufgabe dieses Buches nicht gestattet, diesen Gegenstand in weiterer Erörterung hier fortzusetzen, so gehen wir nun zur Behandlung der auf die *Rhizokarpen* folgenden *Isoëteen* über.

Fünfte Familie der Ordnung.

Die Isoëteen (Brachsenkräuter).

Gattung: Isoëtes *Linn.*

1) *Allgemeiner Charakter.*

Krautige im Wasser untergetauchte kleine, theils zweijährige, theils perennirende Pflanzen mit einem sehr verkürzten knollenförmigen Stock, der zahllose röhrige Wurzelzasern abwärts und seitlich am untern Theile strahlig austreibt. Dieser Stock oder verkürzte unterirdische Stengel ist fast scheibenförmig von oben und unten etwas zusammengedrückt. Dessen Stengelkern bildet sich zu einem etwas abwärtssteigenden halbmondförmigen und einem wenig aufsteigenden eiförmigen Körperchen aus. Von jenem steigen Gefässbündelchen abwärts nach den Wurzelzasern, von diesem bogenförmig aufwärts, um in die Blätter einzugehen. Blätter (Zweige) einfach pfriemlich, zahlreich, dicht, gedrängt, straff, aussen convex, innen concav rinnenförmig mit ausgebreiteter Basis aufsitzend von vier Luftkanälen, die Querscheidewände haben, und von einem Mittelnerven mit Ringgefässen durchzogen, ohne Spaltöffnungen. Die Sporokarpien sitzen auf dem ausgebreiteten Grunde der

Blätter einzeln auf unter einer halbmondförmigen Decke. Oberhalb dieser befindet sich eine herzförmige Schuppe des Blattes. Die Fruchthüllen sind dünn, häutig, einfächerig, länglich, braun, nicht aufspringend, der Mittelrippe des Blattes aufgewachsen. Innerlich ist die Frucht von Querfäden durchzogen, die fast strahlig verlaufen und von dem Mittelnerven ausgehen. Die Früchte sind zweierlei Art. Die Sporokarpien der peripherischen und der innerst centralen Blätter enthalten grössere dreiriefige kalkig inkrustirte, bei der Keimung (die embryenartig ist) ohne Proëmbryo zum Pflänzchen sich entwickelnde Keimkörner; die andern enthalten kleinere glatte, nakte, eiförmige, ursprünglich zu vieren unter sich zusammengeballte Sporen.

2) *Morphonomische Entwicklungsgeschichte.*

Wie die dritte Familie dieser Ordnung, die Equisetaceen, so enthält auch diese fünfte zur Zeit nur *ein einziges Genus*, das überdies nur sehr wenige Arten umfasst. Diese Abnahme und Erschöpfung der Produktion ist um so merkwürdiger, als sie in den niedern Ordnungen und Familien dieser Klasse, wie z. B. in den Pilzen und Schwämmen, den Flechten, Algen, ja selbst noch in den Moosen, in zahlreichen Arten, ja nicht selten in überschwenglich grossem und mannigfaltigem Reichthum der Gestaltung sich hervorthat. Auch dieser Zustand ist für diese Kreise *charakteristisch*. Daher herrscht er nicht nur in den beiden genannten Familien dieser Ordnung, sondern auch fast eben so sehr in den übrigen derselben und erfolgt aus dem allgemeinen Lebensprincip dieser Ordnung. Denn da die Kreise dieser Ordnung der Herrschaft des *höhern* Lebens *über* der Recep-

takelerscheinung, also der Fortpflanzungsgeschichte, angehören, welche *nach* dem vorausgegangenen höchsten Entäusserungszustande einkehrt und eben darum gegen die dadurch drohende Gefahr des Untergangs den Gehalt zur Rettung für die Keimbildung nach innen ziehen muss, um ihn im Embryozustand zu verschliessen, so haben sie auch wie die Vegetation *über* dem Blüthenreceptakel überhaupt denselben Charakter in Erschöpfung der äusserlichen Produktion, so wie die Abnahme durch den Rückzug des Keimgehaltes zur Verwahrung in Hüllen. Wie die Produktion damit ein *Gegentheil* der äussern Germination und der Vermehrungsgeschichte ist, da diese aus der freien Hingebung des Materials an den Entäusserungstrieb und die äussern Mächte hervorgeht, so können auch die Erscheinungen nicht mehr in der Vielartigkeit der Abtheilungen und Mannigfaltigkeit der Bildung und Gestaltung vorkommen, welche auf den niedern Stufen herrscht, auf denen die materielle Grundlage noch in reichlicherem Maase vorhanden ist. So erscheint hierin diese Ordnung dieser Klasse im *Gegensatze* der andern derselben Klasse, wie bei jeder Pflanze die reiche Fülle und Massenhaftigkeit der Erscheinung des niedern Lebens in den zwei niedern Lebensabschnitten der Verkörperungs- und Vermehrungsgeschichte im Wurzeln, Sprossen, Knospen und Grünen mit der äusserlichen Erscheinungsweise der Blüthentheile im höchsten Grade contrastirt. Erst in der folgenden Ordnung der Filicinen kehrt wieder der Rückgang in jene äussere vermehrte körperliche Grundlage und materielle Zunahme zurück, so wie auch jede Pflanze in der auf die *Blüthenerscheinung* folgenden

Fruchtbildung diesen Fortschritt zur wieder vermehrten Fülle reichlichern Materials enthält.

Bisher wurde in den botanischen Lehrbüchern und Systemen die Sippschaft *Isoëtes* widernatürlich fast allgemein mit den *Rhizokarpen* in *einer* Familie vermischt abgehandelt. Noch mehr haben sich aber Endlicher, Schleiden, Roeper u. a. vom Wege der Wahrheit entfernt, indem sie dieselbe nach dem Vorgang von *Decandolle* mit den *Lycopodiaceen* vereinigten. Wir wollen auch hier wie bisher zuerst die *Metamorphose der Isoëteenpflanze* aus der Grundlage der vorausgehenden Familie der *Rhizokarpen* erörtern und dann zur besondern Darstellung der *einzelnen Organe* und ihrer Erscheinung übergehen.

Vergleicht man die *Isoëteen* mit den *Rhizokarpen* blos in ihrer *äusserlichen* Vegetation, so scheint allerdings keine gleichmässig fortschreitende einfache Umwandlung vorgegangen zu sein, sondern diesem Uebergang vielmehr ein Sprung oder scharfer Absatz als eine zusammenhängende unmittelbare Fortbildung zu Grund zu liegen. Allein es ist auch hier wieder das Gesetz der Metamorphose im Wechsel des Lebens festzuhalten, das wir bisher in *dieser* Ordnung angewendet haben, nach welchem die Vegetation der folgenden Lebensstufe aus der vorzugsweise innerlichen Grundlage der höhern Vegetation der vorausgehenden Stufe durch erneute Germination und vermehrte Reproduktion wie eine neue Keimung aus dem Embryozustande aufgeht, während die niedere Vegetation der vorausgehenden Stufe durch das Uebermaas der herrschenden Reife als solche verschwindet. Demnach geht die Vegetation der *Isoëteen* aus der Entwicklung und Metamorphose des *Fruchtgebildes* der *Azolla* einfach und natürlich

hervor, was unten erörtert werden wird. Dennoch zeigt der Fortschritt der Lebensgeschichte der Familie der Rhizokarpen und vor Allem auch die Erscheinung von Azolla in *äusserlicher* Gestaltung die Annäherung an die folgende Vegetation und die verwandtschaftlichen Verhältnisse deutlich an, die wir mit ihr zuerst in Kürze prüfen wollen.

In den *Rhizokarpen* herrschte das Lebensprincip der *Vermehrungsgeschichte*, woraus die für diesen Kreis verhältnissmässig reichlichere Fülle von Zweig- und Blattwesen im üppigen Grünen dieser Pflänzchen hervorging. Allein eben desswegen sinkt aus Uebermaas dieser Produktion die Erscheinung auch wieder in Schwäche und Erschöpfung zurück. In dieser muss das Leben sich wieder gegen das Uebermaas der Entäusserung und Entwicklung concentriren, den Gehalt nach innen zurückziehen und die sich übereinander erhebenden Gegentriebe zur Ausgleichung nähern und inniger zusammenwenden, damit sie im Ebenmaase ineinanderwirken. Denn nur dadurch kann hier die innerliche Keimbildung für die folgende Germination als Grundlage gelegt werden. Wie daher bei jeder Pflanze im Fortschritt aus der niedern Vegetation des fortgesetzten Wechsels von Knospen und Entfalten *unter* dem Blüthenreceptakel zu jener *über* demselben die äussere Erscheinung auf einmal fast wie abgebrochen ist oder vielmehr die niedere Vegetation in der Receptakelerscheinung bis auf den materiellen Gehalt, gleichsam bis auf die *Keimgrundlage* des *Receptakels*, abstirbt, so dass die Vegetation *über* dem Receptakel (Blüthen) durch *erneute Germination aus der materiellen Grundlage des Receptakels von Neuem* aufkeimen muss und keine unmittelbare Fortsetzung der vor-

ausgehenden ist, also hier der Wendepunkt vom Untergang der niedern Axenorgane im Reifeübermaas zum Wiederaufgang der erneuten Axenerscheinung in dem Blüthenwesen eintritt, eben so erfolgt aus dem Untergange der Stengel und Zweige der Rhizokarpenvegetation die erneute *receptakelartige* Grundlage, aus der die Erscheinung der Isoëteenvegetation neu aufgeht. Da nämlich die in den *Rhizokarpen* herrschende Vermehrungsgeschichte mit ihrem expansiven Horizontaltrieb, üppigen Wurzelwesen und ihrer Zweigproduktion ein Gegentheil des centripetalen Verhüllungs- und Erhaltungstriebs ist, so ist sie gegen das Material der Axen, zumal der Hauptaxe, gerichtet. Im Blattwesen selbst spricht sich dieser Fortschritt vorzüglich in Salvinia und noch mehr in Azolla aus, die darum den Isoëteen, wie besonders die letztere, näher stehen als die übrigen. Denn wie überhaupt die Zweiglein und Blätter gegen die nahende Erscheinung des Blumen- und Blüthenwesens hin, wie zumal im Umfang des Blüthenreceptakels selbst, in Expansion, Reife und Schwäche sinken, so ist hier ein ähnlicher Fortschritt. Die Blätter werden schwächer zarter, feiner, aber auch zahlreicher, ja im Vergleich mit den starken noch zusammengesetzt erscheinenden, auf langen Stielen (Axen) aufsitzenden Blättern von Marsilea völlig *brakteenartig* stiellos und knospig gedrängt. Dadurch erlangt Azolla sogar in Tracht und Habitus das äussere Ansehen von Jungermannien, was um so merkwürdiger ist, als jene auf dem Uebergange zu der Laubmoosvegetation stehend aus demselben Lebensprincip des Uebergangs in den Kreis der Herrschaft des Receptakel- und Blumenmomentes dieser Klasse hervorgehen. In diesem Fortschritt kehrt nämlich die Ausgleichung und gegen-

seitige Durchdringung der Gegentriebe von Knospen und Entfalten, die Beruhigung des Zwistes und Aufhebung der Gegensätze durch einander, die sich im Grünen übereinander erhoben haben, ein, so dass dadurch sonst im Gewächsreich in dem Blumenreceptakel fast sogar momentan ein Stillstand der Vegetation herbeigeführt wird. Darum verschwinden hier nicht nur die *Gegensätze* von Stiel und Blattscheibe, wie in den Brakteen, was die Blätter von Azolla und noch mehr die von Isoëtes klar zeigen, sondern auch die sonst allgemein vorkommenden Gegensätze von Axengebilden und Blattwesen selbst, da die Axenorgane oder Zweige bei Isoëtes eben so wohl blatt- als axenartig sind. Da durch diesen Zustand die Gefahr des Untergangs einkehrt, so ist die Vegetation genöthigt, zur Grundlage der Wiederherstellung der untergehenden Axenorgane das Material wieder zu concentriren und nach innen zurückzuhalten. Wie dieses Lebensmoment bei den Rhizokarpen selbst in der *blüthenreceptakelartigen Fruchthülle* herbeigeführt wurde, so ist auch eine verwandte *receptakelartige* Erscheinung in der *Isoëteenpflanze* die *Keimgrundlage*, auf der die neue Lebenserscheinung der erneut aufsprossenden Axenorgane ihren Ursprung nimmt. Dieses *receptakelartige Gebilde* ist die sog. *halbmondförmige Scheibe* des Wurzel- oder Stengelkerns der Isoëteenpflanze, welche wir unten näher kennen lernen werden. Denn da auch in ihr noch die höhere Reife vorherrscht, so ist sie, statt in der wahrhaft receptakelartigen Gestaltung zu erscheinen, in den Anschein und die Wurzelfunction eines *Proëmbryo's* zurückgesunken.

Allein wir wollen uns mit *diesen*, vorzugsweise äusserlichen, Momenten des Uebergangs nicht begnügen, sondern diese Metamorphose der *Rhizokarpen* in

die *Isoëteen* nach Maasgabe einer noch strengeren wissenschaftlichen Anforderung tiefer auffassen.

Die in den *Rhizokarpen* vorbereitete Anlage für die folgende Lebensgeschichte liegt im Fruchtgehalte derselben, da ja das Perikarp dieser Frucht, wie dort nachgewiesen wurde, *blüthenreceptakelartig* erscheint. Insbesondere ist es der *Fruchtgehalt* der letzten Gattung der Rhizokarpen, *Azolla*, der somit als *Embryengebilde* erscheint, aus dem das *Isoëteenpflänzchen* durch erneute Germination und Entwicklung hervorgeht, wie die Blüthen der Gewächse aus dem materiellen Gehalt des Blüthenreceptakels aufsprossen. Die Grundlage dieses Inhaltes der *Azolla-Frucht* haben wir oben in zwei wesentliche Theile gesetzt, nämlich in die grünliche Blase als grossen Sporenschlauch oder Embryosack und in das über derselben aufstehende, im allgemeinen Umrisse einem entleerten Sporokarp ähnliche, Axengebilde (Columella mit den 3 Schenkeln, Lappen und Gruben). Indem in diese knospige Grundlage des Gehaltes der Azolla-Frucht die höhere Reife und deren Nachsatz, die Ueberreife oder Regermination, die Entwicklung der knospigen Grundlage und damit die vermehrte Reproduktion einkehrt, so wird nicht nur die Fruchthülle in Reife aufgebrochen, sondern auch der Gehalt, also hier sowohl die grosse Spore (grünliche Blase) mit ihrem Inhalt, als auch das auf ihr aufstehende embryenartige Axenorgan als Sporokarp in die erneute Germination und *Pistillbildung* übergeführt. In diesem Fortschritte von der Azolla-Frucht aus (die auch als Same mit Embryo von uns dargestellt wurde), steht das Isoëteenpflänzchen zu dem Fruchtgehalte von Azolla noch in einem ähnlichen Verhältnisse wie ein entwickelter Blüthenzweig zur ruhenden

Knospe mit ihrer Hülle oder vielmehr wie ein aufgebrochenes Blüthenreceptakel mit den Blüthenaxen zum geschlossenen Knoten mit dem Knospenansatz.

Denn da auf *dieser* Stufe der Zustand der *Aeusserlichkeit* und *äusserlichen* Germination noch vorherrscht, so kann in dem Fortschritte der Rhizokarpen in die Isoëten weder die wahre Natur und Gestaltung des höhern Blüthenreceptakels wie bei den Kotyledoneen mit dem Charakter einer halben Hülle und mit *innerlicher* Produktion der Blüthentheile in dieser erreicht werden, noch kann sich das sporokarpien- oder staubgefässähnliche Axenorgan, der Inhalt der Frucht von Azolla, ungeachtet dieser in ihm einkehrenden vermehrten Reproduktion und Umwandlung, zu einem Pistill- und wahren Fruchtorgan mit *innerlicher* Germination und mit innerlicher Produktion von wahren Samenknospen undvon Embryen im ruhenden Embryozustande erheben. Wie nämlich der Embryosack (grünliche Blase) der Azolla-Frucht (gleich dem der Rhizokarpen überhaupt) noch *kein wahrer* Embryosack ist, sondern nur ein sehr grosser *Sporenschlauch* mit ungewöhnlich reichlichem, aber noch nicht zelligem, Inhalt, so kann auch die erneute Germination und Entwicklung dieser Blase noch keinen *innerlichen* Gehalt von sog. zelligem Endosperm (keinen innerlichen Proëmbryo) hervorbringen, das dem reifen Embryo als Hülle und Nahrungsgehalt, gleichsam als Receptakel oder als Proëmbryo bei seiner Keimung und Entwicklung zum jungen Pflänzchen dienen könnte. Vielmehr kann aus der Germination der grünlichen Blase, da sie als die Centralzelle einer Spore (als Sporenkeim, Sporenschlauch) erscheint, nur ein *äusserliches Gebilde* oder, wie aus der Keimung einer jeder Spore, nur ein *Proembryo* hervorgehen. Dies ist das sog. *Rhizom* oder

die sog. *halbmondförmige Scheibe* des verkürzten Stockes der Isoëteen.

Dieses sog. Rhizom ist daher einem Vorkeim oder sog. Keimblatt der Farne ähnlich und vertritt die Stelle des Blüthenreceptakels, wie jener, welcher darum sogar oft noch Antheridien enthält. Allein wie sich hierin schon äusserliche und innerliche Produktion durchdringen und nicht mehr in successiver Folge stehen, so ist diese Erscheinung schon in den Zustand der Vegetation über der Proëmbryenbildung hinausgeschritten. Sie steht schon in jenem Stadium der Keimung der Farnpflanze, worin aus dem Keimhügel des Keimblattes schon Wedelchen aufgesprosst sind, welche durch die Substanz des Keimblattes hindurch ihre Wurzelzasern in den Boden senken, so dass einzelne Wedelchen ihre einzelnen Wurzelzasern haben. Auf ähnliche Weise gehen bei dem Isoëteenpflänzchen aus dem in der Mitte seines verkürzten Stockes liegenden Knäuel von in einander verwebten, sich durchkreuzenden Gefässen, wie aus einem Knoten, viele Gefässbündelchen strahlig abwärts zu den Wurzelzasern und eben solche aufwärts zu den blattartigen Zweigen. Indem sich nämlich in diesem Fortschritt das Sporokarp der Azolla-Frucht noch nicht zu einem wahren Karpell erheben kann, so kann es auch noch nicht *innerliche* Produktion von Embryen in verschlossenen Samenschalen erlangen, sondern nur offene, auswachsende Samenschalen und offene Embryen haben, welche wie die Embryen der Rhizokarpen nicht im verschlossenen Embryozustande beharren, sondern zugleich bei ihrer Entstehung und Ausbildung in äussere Germination fortschreiten. Als solche Embryen mit aufgebrochenen Samenschalen erscheinen die blattartigen Zweiglein der Isoëteen mit ihren Früchten,

die darum statt der, bei den Samen Nabelstränge und Samennähte (raphe) genannten, Ernährungsorgane äusserlich germinirende Gefässbündel als Wurzelzasern haben. Diese haben sogar noch einen strahligen Verlauf und centripetale Richtung, wie die Fäden, welche von der ringsum neben der grünlichen Blase der *Azolla-Frucht* zum Grunde derselben hinablaufen. Da die kurze dicke Spindel der Isoëteenpflanze, welche sich noch nicht zu einem Karpell oder Pistill mit *innerlicher* Produktion erheben kann, dadurch sogar wie eine *Placenta* (oder Spermophorum) erscheint, so stimmt damit auch die *reihenweise* (bei Isoëtes lacustris ursprünglich zwei — in Isetacea dreireihige) Stellung der blattartigen Zweige mit ihren Früchten überein, indem sie wie die Samen am offenen Karpell in zwei oder, wie bei dem höhern Pistill, in mehr Reihen erscheinen. Da jedoch diese Vegetation durch den Uebergang in die Natur von Zweig und Blatt auf die niedere Stufe der Erscheinung zurücksinkt, so kann auch jene geregelte Anordnung, die von den Gesetzen des höhern Lebens stammt, nicht mehr streng behauptet werden, sondern geht durch Einwirkung der äussern Abhängigkeit etwas in die *spiralige* Stellung, welche die meisten Blätter und Zweige des Gewächsreichs haben.

In diesem Gesichtspunkte entspricht der blattartige Zweig von Isoëtes, in welchem sich die Gegensätze von Expansion der Reife (Blattartigkeit) und von vermehrter Reproduktion und Innerlichkeit (Zweignatur) gegenseitig durchdringen, einer aufgebrochenen Samenschale des Rhizokarpenembryo's bei der Keimung. Da diese Samenschale bei der auf dieser Stufe des Lebens vorherrschenden *äusserlichen* Germination die vollständige Verschliessung nicht behaupten kann, sondern halb geöffnet ist, so ist dadurch sowohl der

innige Zusammenhang des Quasiembryo's (Blattnerven und dessen Gipfelknospe oder Isoëteenfrucht) mit der Samenschale deutlich, als auch die Lage der Frucht in einer Aushöhlung der an dieser Stelle schalenartig concaven Zweigbasis, welcher sie halbeingesenkt ist. Selbst die halbmondförmige Decke oberhalb der Frucht wird dadurch deutlich, wie nicht minder die herzförmige Schuppe über derselben. Denn diese gehört der Samenschale an und entspricht einem sog. Anhängsel derselben, wie z. B. einer sog. Samenschwiele (spermotylium), einem Mündungsnärbchen oder Samenschwammwulst (strophiolum); dergleichen Auswüchse so häufig in der Nähe des Nabels bei den Samen der höhern Kotyledoneen gefunden werden und oft sogar noch herzförmig, wie diese Schuppe, erscheinen. Hier ist ein solcher Fortsatz um so mehr erklärlich, als die ganze Samenschale in das Zweiglein über die Frucht hinaus fortgewachsen ist. Zwar wäre allerdings der Nabel hier an der Basis des Zweigs. Allein wie in dem hier ursprünglich krummläufigen Eichen die Samenschale aufgebrochen ist, so wird diese Samenschwiele weit von der Basis oder dem Nabelpunkt entfernt und über die Frucht erhoben.

Die *Frucht* der Isoëteen mit der blattartigen Basis, der sie aufsitzt, erscheint in diesem Gesichtspunkt als der durch Oeffnung der Samenschale frei hervortretende *Embryo* selbst. Darum ist diese Frucht ihrer Grundgestaltung nach in Wesen und Typus des *Inhaltes* der Marsilea-Frucht gebaut. Schon oben haben wir diesen Fruchtinhalt als den Embryo bezeichnet, der in den *Isoëteen* und *Ophioglosseen* frei hervortritt. Hinsichtlich des Inhaltes dieser Frucht bemerken wir aber, dass auf dieser Stufe, wo die Reife und der ursprünglich indifferente Zustand des Blüthenwesens in

der Erscheinung von Sporen wieder vorherrscht, jene höhere Differenzirung des Blüthenwesens der Kotyledoneen mit den Gegensätzen von innerlicher Germination nicht einkehren kann, sondern die Fruchthülle von Isoëtes statt dieser höhern Gegensätze von zweierlei Blüthen in derselben Hülle *zweierlei*, nämlich sog. *kleinere* und *grössere Keimkörner*, in verschiedenen Hüllen hat. Schon bei den Lycopodiaceen haben wir dargestellt, dass die grössern im Charakter *pistillartiger* Produktion stehen. Demnach erhebt sich diese receptakelartige Frucht wie bei den Rhizokarpen z. B. Salvinia in die *blüthenartige Differenz*, obwohl sie die wahren Blüthentheile mit Produktion von Pollen und Samenknospen nicht mehr wie in den letzten Gattungen der Rhizokarpen erreichen kann und im einen Organ statt des Pollens Sporen, im andern statt der Samenknospen mit Embryen nur embryenartige Keime (grosse Keimkörner) erzeugt. Wie nämlich bei der höhern Pflanze dem Untergange der Blüthenorgane durch die Einkehr der Verstäubung und Fruchtreife der Wiederaufgang des obwohl erschöpften, auf Elementargebilde reducirten, Blüthenwesens im Pollen und Inhalt der Samenknospen nachfolgt, eben so folgt auch in den Isoëteen auf den Untergang der Blüthen der *Rhizokarpen* die Wiederherstellung derselben, wenn auch nur in erschöpfter Grundlage der sog. grossen und kleinen Keimkörner der zweierlei Isoëteenfrüchte nach. Denn wie bei den Kotyledoneen in der Samenknospe *nicht mehr* das *eigentliche Blüthenwesen* ersheint, sondern, da die Regermination vorherrscht, in ihr die *Grundlage* für die äusserliche Germination, die Embryenbildung, bewerkstelligt wird, eben so werden auch in den Isoëteenfrüchten nicht mehr die eigentlichen Blüthentheile der Rhizokarpen wieder

hergestellt, sondern die ihnen entsprechenden Produkte der *Keimbildung*, kleine und grosse Keimkörner (Sporen und Embryen), die, wie die Embryen der Kotyledoneen; zum unmittelbaren Uebergang in äusserliche Germination bestimmt sind.

Dieselbe Erscheinung von zweierlei gewissermassen staubgefäss- und pistillartig verschiedenen Früchten mit eben so verschiedenen Keimen (eine Art niederster Monöcie) haben wir schon bei den *Lycopodiaceen* dargestellt. Dazu bemerken wir hier noch, dass, wie beide Erscheinungen mit einander innigst verwandt und gleichartig vorkommen, sie auch einen *gleichen,* obwohl graduell etwas *verschiedenen,* Lebensgrund voraussetzen. Beide Erscheinungen haben nämlich ihren Grund in dem *Zurücksinken* aus dem Zustande der *wirklich erreichten differenten* Blüthenerscheinung in die *Grundlage* des differenten Blüthenwesens in seinen differenten *Keimen*, was bei *jeder kotyledoneischen Pflanze* auf dem *endlichen* Ziele ihrer Fruchtbildung erfolgt. Denn das Ende jeder kotyledoneischen Pflanze ist, dass ihre Blüthentheile in höchster Reife untergehen, womit die verjüngte Keimgrundlage wieder aufgeht, so dass also dem Vordersatze im Untergange der *Blüthen* die Vegetation der *Keimbildung nachfolgt.* Das Staubgefäss geht unter in der Verstäubung, so dass nur die elementaren Keime (Pollenkörner) fortleben, und das Pistill geht unter, so dass nur dessen Keime, die Embryen, fortbestehen. Ganz in derselben Analogie mit dem Vorgange bei der Fruchtreife in jeder kotyledoneischen Pflanze steht diese Erscheinung bei den *Lycopodiaceen* und *Isoëteen.* Da in den *Laubmoosen* das Blüthenwesen im Dualismus von Antheridien und Archegonien erzeugt wird, so kann im nächsten Fort-

schritt derselben, in den Lycopodiaceen, in welchen das auf jene Blüthenproduktion nachfolgende nächste Lebensmoment oder die Fruchtreife folgt, die Blüthenproduktion selbst in differenter Erscheinung nicht mehr stattfinden, sondern statt derselben nur die zweierlei jenen Blüthen entsprechende Keimbildung. Daher gehen auch die Blüthenreceptakeln in diesem Fortschritt gewissermassen in die Natur von Samenknospen. Als solche erscheinen daher auch die Früchte von Isoëtes, welche die grossen Keimkörner erzeugen, wie wir oben nachgewiesen haben. Denn in den Rhizokarpen erschienen die Früchte, da sie beide Blüthentheile zugleich hervorbrachten, schon im Charakter von Blüthenreceptakeln. Wie daher in der Blüthenproduktion der *Rhizokarpen* ein mit der Blüthenproduktion der *Laubmoose* verwandter Charakter besteht, eben so zeigen in Uebereinstimmung desselben Lebensmomentes die *Lycopodiaceen* einige Verwandtschaft mit den *Isoëteen*.

Wie es aber offenbar widernatürlich wäre, im *Natursystem* des Gewächsreichs die Rhizokarpen in nächste Angrenzung an die Laubmoose oder sogar in eine Familie zusammenzustellen, eben so wenig berechtigt die Uebereinstimmung der *Isoëteen* und *Lycopodiaceen* in der Produktion von zweierlei Keimen zu einer Nebeneinanderstellung oder gar zu einer Vereinigung beider Familien in *eine*, obwohl diess Schleiden und Endlicher gethan haben. Denn in allen *übrigen* Verhältnissen sind beide Familien der *Isoëteen* und *Lycopodiaceen* ganz wesentlich verschieden. Die Uebereinstimmung in *einem einzigen* Charakter kann aber nicht entscheiden, zumalen das Weitere, was Endlicher seinem Grunde: ob sporas dimorphas in diversis receptaculis contentas beifügt, nämlich: „ob analogam trunci structuram intimam“ völlig unrichtig

ist. Vergleicht man die Structur des verkürzten Stockes der *Isoëteen* mit dem total verschiedenen Stengel der *Lycopodiaceen*, oder die zusammengesetzten Früchte *) von Isoëtes mit den höchst einfachen Sporenkapselchen der Lycopodiaceen oder die in verhältnissmässig spärlicher Anzahl erscheinenden blattartigen Zweiglein der Isoëteen mit den in üppigster Vielzahl stehenden schuppigen, verkümmerten Blättchen der Lycopodiaceen und die andern Verhältnisse, wie z. B. die Verschiedenheit der Gefässbündel und Wurzelzasern, so weiss man nicht, ob man sich mehr wundern soll über die Behauptung von Roeper (z. Flor. v. Mecklenb. I. S. 128), dass man nicht das Recht habe, die *Isoëteen* als Typus einer selbstständigen Familie anzusehen und von Schleiden (Grundzüge II. S. 80), nach welchem auf jeden Fall eine mässig genaue Vergleichung genüge, um zu zeigen, dass diese Pflanze (Isoëtes) weder den Rhizokarpen angehöre, noch auch für irgend eine *nächst* stehende Familie eine Vermittlungsstufe zu den Rhizokarpen abgeben könne, oder ob die Indignation über die Manier des letztern grösser sein muss, wenn er, um seiner Meinung vor der Anderer Eingang zu verschaffen, verdienstvolle Männer wie Link mit Witzeleien zu traktiren sucht. Durch solchen Meinungsterrorismus sollten sich solche grosse Matadoren der Botanik subjektive Geltung verschaffen zu wollen, verschmähen, son-

*) Roeper (z. Flor. Mecklenb. I. S. 125) sucht diesen Widerspruch dadurch zu lösen, dass er die Frucht von Isoëtes aus mehreren verschmolzenen Lycopodien-Kapseln bestehen lässt. Alles Verkehrte wissen die Botaniker zu rechtfertigen. Denn, legen sie es auch nicht aus, so legen sie es hinein.

dern nur strenge objektive *Beweise* bringen. Dieses: hic Rhodus, hic salta ist aber ein sehr schwieriger Casus. Bei der bisherigen Nachbeterei Anderer im Autoritätsglauben gelingt jenes schon. Allein wie traurig steht es darum mit der wahren Wissenschaft. Zwar wissen wir wohl, dass bei dem *bisherigen* Mangel an wahrhaft wissenschaftlicher Methode und bei dem Abgang sicher leitender höchster Principien der Systematik die Verlegenheit und Rathlosigkeit der seither nur nach dem *äussern Schein systematisirenden* Botanik in solchen und ähnlichen schwierigen Fällen gross ist. Allein eben darum ist solches Schwadroniren Solcher um so empörender und um so entschiedener zurückzuweisen, damit es nicht Anfänger zu Irrthümern fortreisst. Wer eine Sache nicht besser machen kann oder gar noch fehlerhafter macht, wie jene oben, der hat kein Recht, sich über einen andern, wenn dieser auch nicht das ganz Richtige getroffen hat, zu mockiren, ohne gewärtigen zu müssen, dass er für einen lividus et mordax gilt, qui lædere gaudet et hoc studio pravus facit. Solchen sollte stets die *Horatianische* Warnung vorschweben: Qui, ne tuberibus propriis offendat amicum, postulat, ignoscet verrucis illius.

Der *Stengelkern* oder *Holzkörper* der Isoëteenpflanze ist der innnerste centrale Theil des Stocks oder knollenförmig verdickten Stammes, daher auch sehr klein. Er besteht aus zwei wesentlichen Theilen, die mit einander innigst zusammenhängen und in einander fliessen, so dass sie als ein einziges Ganze (Blüthenreceptakel und Pistill in einem erst aus der Indifferenz zur Eigenthümlichkeit beider hervorgehenden Gebilde) erscheinen. Es erhebt sich nämlich ein anfänglich bei der jungen Pflanze sphäroidisches, im spätern Alter eiförmig gestaltetes weisslichgelbes,

nach Mohl *) aus einer gleichförmigen Masse kleiner rundlicher Zellen bestehendes Gebilde, dessen Zellen sehr locker verbunden sind, welches sich an der Basis in eine halbmondförmige stark zusammengedrückte *Scheibe* ausbreitet. Diese ist ungefähr dreimal so breit, als der sich über ihr erhebende eiförmige Körper. Auf diesem Holzkörper liegt eine ihn am Umfang nach allen Seiten einschliessende weisse Masse des knollenförmigen Stockes selbst, deren Grundlage lockeres parenchymatoses Zellgewebe bildet. Die innern Zellen desselben sind mit Amylum ausgefüllt. Darauf liegt eine Masse mehrerer durch eine Trennungsfläche von jener abgegrenzten Schichten (1—3), wovon die äusseren braun sind, die innerste braungelb ist und in welchen Mohl Produkte jährlicher Vegetationsperioden erkennen will.

Aeusserlich zeigt der Stamm, wo nicht wirkliche Wurzelzasern und Blätter vorkommen, Rudimente von abgestorbenen Blättern und Wurzeln, welche die äusserste Schichte bedecken. Die zuerst an der Basis erscheinenden Blätter sterben allmählig ab und gegen die obere Fläche hin gehen stufenweise verjüngte hervor. Dieses obere Ende der Pflanze ist flach und ausgebreitet, etwas in der Mitte receptakelartig vertieft. Diese Mitte enthält die jüngsten Blätter, so dass hierin ein Fortschreiten in Gipfelwachsthum wahrgenommen wird. Noch merkwürdiger ist, dass die ganze Vegetation von Isoëtes lacustris durch eine Art von Commissur oder Furche in zwei seitliche etwas ungleiche Hälften getheilt wird, indem über die untere Fläche des kuchenförmigen Pflanzen-

*) *H. v. Mohl* vermischt. bot. Schriften S. 124 und Linnaea J. 1840.

körpers, welche gleichfalls plattgedrückt ist, wie die obere, sich eine etwas breite halbkreisförmige Rinne oder Furche hinzieht, deren Enden oder Hörner auf beiden Seiten des Stammes bis zur Insertion der Blätter reichen. In der Richtung dieser Furche, welche mit der Richtung des Halbmondes der Scheibe des Stengelkerns zusammentrifft, ist der Stengel viel schmäler, oft nur halb so schmal, als im Durchschnitt, der sich unter einem rechten Winkel mit der Furche kreuzt.

Dieser Unterschied liegt, wie wir unten sehen werden, keineswegs in einer Zusammendrückung auf den beiden Enden der Furche. Diess ergibt sich auch schon daraus, dass diese Furche mit Wurzelzasern ausgefüllt ist, also hier vielmehr ein Aufbruch, ein Aufklaffen, als eine Zusammenziehung und Contraktion herrscht. Auch öffnet sich diese Furche im fortschreitenden Alter immer mehr. Ja bei Isoëtes setacea *Bosc*, welche von A. Raffeneau Delille (examen de la végétation de l'Isoëtes setacea in Mem. du Mus. T. XIV, p. 100) und Decandolle (s. dess. Organogr. II, 140 tab. 56, 57), obwohl mangelhaft, beschrieben ist, kommen *drei* solcher Längenfurchen vor, die eben so wenig die Vorstellung einer Entstehung der Vorsprünge durch Zusammendrückung zulassen.

Die Zellen des centralen Theils des *Stengelkerns* sind zwar klein und rundlich, jedoch sehr locker verbunden, so dass grosse Intercellulargänge und Lücken im Gewebe sind, in welchem Spiralfasern und Ringfasern vorkommen. Die rundlichen Zellen gehen in dem eiförmigen Theile des Stengelkerns, noch mehr aber in dem halbmondförmigen zumalen in der Nähe der Gefässe, welche aus demselben hervorgehen, in etwas gestreckte Zellen über. Dann liegt aber

ihre Längenrichtung nicht in senkrecht aufsteigender Erscheinung, sondern geht in die Quere. Von dem Stengelkern gehen Gefässbündel strahlenförmig nach allen Seiten hin aus. Die des eiförmigen Körpers steigen bogenförmig auf und jedes verlauft in ein Blatt. Die des halbmondförmigen Theils steigen abwärts, so dass je eines zu einer Wurzelzaser verläuft und von der äussersten, den Wurzelstock bedeckenden parenchymatosen Schicht einen Theil als Rinde der Wurzelzaser mit sich nimmt, da sie es umkleidet. Darum haben auch die Reihen von rundlichen Zellen der den Stengelkern umkleidenden weissen Masse, welche sich linienförmig anordnen, denselben Verlauf wie die Gefässbündel. Auch in dieser Masse kommen grosse Intercellulargänge vor. Die Gefässbündel zeigen keine sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit und bestehen aus zarten Ring- und Spiralgefässen mit wenigen dünnhäutigen, langgestreckten Zellen umgeben. Um in den Bau dieses Gebildes klarere Einsicht zu erlangen, müssen wir noch Folgendes darüber beifügen:

Der Fortschritt der Rhizokarpen in die Isoëteen erscheint als Folge der Uebertreibung der Entwicklungs- und Vermehrungsgeschichte bei den *Rhizokarpen*, wodurch der innere Gehalt der Axengebilde erschöpft wird, so dass sie selbst in *Reife* absterben. Eben so wird man bei jeder, besonders der dicotylischen, Pflanze hinsichtlich der Vegetation der lateralen Axengebilde gewahr, dass, wenn die Keimfülle des Hauptaxengebildes gegen die Spitze hin erschöpft ist und die Reife zunimmt, keine *axillaren* Knospen und Zweige mehr erscheinen können, sondern unterhalb des Blüthenreceptakels nur noch Brakteen vorkommen. Die Hauptaxe selbst aber steht dann gleich-

falls in höchster Erschöpfung und Schwäche, da sie in dem Blüthenreceptakel nur noch als expandirte Scheibe vorkommt. Diesen aus höchster Reife und Entwicklung hervorgehenden Zustand der innern Schwäche und Gehaltlosigkeit der Axengebilde haben wir oben schon in Azolla angedeutet. Es ist in dieser Sippschaft nur noch ein sehr kurzer dünner Stengel vorhanden, der in mehrere Aeste getheilt ist, die wieder kleinere Aestchen tragen. Wie aber hier schon gegen die Entäusserung und Reife die Reaction des Erhaltungstriebes in Concentration und in Umkehr zur Innerlichkeit und Gemeinschaft sich regt, ist in der näheren Zusammenrückung der Zweige und Zweiglein, statt der Vereinzelung, in die fiederschnittige und strahlige Stellung zu erkennen. Auf gleiche Weise herrscht die *knospige* Zusammendrängung der Blättchen derselben wie in den Brakteen der Dicotylen. Tritt diese Zusammenziehung und Concentration der Zweige und des ganzen Materials der Pflanze noch stärker hervor, so führt sie zum Anschein der Produktion des *kuchenförmigen*, verkürzten *Stocks oder Stamms der Isoëteen.* Dieser ist sogar anfangs wie ein Blüthenreceptakel auf der obern abgeplatteten Fläche etwas vertieft. Eben so herrscht innerlich die fast fiederschnittig strahlige Anordnung der Gefässbündel, die zu den einzelnen Blättern (Zweigen) abgehen, so wie die ursprünglich zweireihige Zusammendrängung dieser blattartig gewordenen Zweiglein selbst, wovon unten weiter gehandelt werden wird. Hierin liegt somit ein Anfang des Uebergangs zur simultanen Produktion aus dem Axengebilde über dem Receptakel.

Ist nun äusserlich schon die Herrschaft der gegenseitigen Durchdringung und wiederkehrenden Ausgleichung der Gegentriebe zu erkennen, so ist dieser

Zustand insbesondere in dem *Stengelkern* erreicht, da in ihm das Blüthenreceptakel, die halbmondförmige Scheibe, als ein dem Untergange in Expansion und Reife nahendes Axengebilde und das Pistill als eine aus dem Untergang verjüngt wieder erscheinende Axe oder eiförmige Spindel, in *einem* Gebilde gleicher Beschaffenheit ohne Scheidungsgrenze zusammenfliessen, fast ähnlich wie in der zwischen beiden Organen indifferenten Laubmoosfrucht. Beide sind nur durch Form und Function verschieden, indem man daraus, dass aus der halbmondförmigen Scheibe des Stengelkerns die Gefässbündel für die Wurzelzasern der Furche hervorgehen, ersieht, dass dieses Gebilde der Erscheinung der gemeinen Axengebilde, dem Rhizom, angehört, dagegen das dem Wurzelkern aufsitzende eiförmige Körperchen, weil es die Gefässbündelchen für die Blätter mit den Früchten abschickt, der höhern Axenbildung angehört und der Fruchtspindel der Lycopodiaceen und Equisetaceen entspricht, somit pistillartig ist.

Bei den Rhizokarpen gingen die *Würzelchen* der einzelnen auf dem Stengel sich entwickelnden Pflänzchen oder Zweige unmittelbar neben diesen auf der untern dem Boden zugekehrten Seite des Stengels hervor. Das Axengebilde war *gemeinsam* für die Wurzeln, Früchte und Zweige. Allein wie im Blüthenreceptakel der Phanerogamen überhaupt, so tritt auch hier im Receptakelmoment eine *beginnende Scheidung* zwischen niederer und höherer Vegetation in der Grundlage ein. Bei den Rhizokarpen herrscht noch Indifferenz, so dass Wurzelwesen und Frucht untermischt vorkamen, hier aber sind beide in einem abwärts wachsenden Körper (caudex descendens) als Wurzelscheibe und einem aufwärts wachsenden (caud.

adscendens) als Pistill, das wie bei den Lycopodiaceen und Equisetaceen, vorzugsweise noch in der Receptakelartigkeit stehend, nur eine äussere Produktion hat, geschieden. Da aber das Blüthenreceptakel als Scheibe des Stengelkerns das Wurzelwesen enthält, so liegt darin die Herrschaft der gegenseitigen Durchdringung der Gegentriebe von Reife und Regermination, von niederer und höherer Vegetation, die hier zusammentreffen, wie in allen Blüthenreceptakeln. Denn eben so sehr als diese Scheibe in ihrer Expansion und schwachen materiellen Grundlage den Charakter der Reife und Erschöpfung kund gibt, zeigt sich auch das Gegentheil der erneuten Ernährung und Regermination im *Wurzeln*, wie bei jedem Blüthenreceptakel die Regermination der aus und über ihm erscheinenden Axengebilde oder Blüthen einkehrt. Allein da wir in dem Kreise der ersten Klasse des Gewächsreichs stehen, wo die Aeusserlichkeit und äussere Abhängigkeit des Lebens vorherrscht, so ist auch hier diese Regermination der Blüthen oder Axengebilde über dem Blüthenreceptakel der Isoëteen eine *äussere*, also ein wirkliches Wurzeln durch Wurzelzasern, während bei den Phanerogamen die Blüthen in dem Blüthenreceptakel ohne besondere eigentliche Wurzeln aufsprossen oder wie die Zweige der Stämme im Innern des Stammes ihre Ernährungsverbindungen haben, die man darum nicht wohl Wurzeln nennen könnte.

Darum ist auch hier die Erscheinung des Blüthenreceptakels selbst als halbmondförmige Scheibe eine *äussere*. Dieses *äussere Blüthenreceptakel* entspricht so fast völlig dem *Vorkeime* der *Farne*. Denn auch dieser trägt darum, wie wir oben schon bemerkt haben, oft *Samenknospen* als sog. *Antheridien* und bringt *Em-*

bryen als auswachsende Keimpflänzchen (Wedel) hervor. Denn da der Proëmbryo mit seinem Keimhügel überhaupt der Ansatz eines Axengebildes in Reife oder ein *expandirter Wurzelknollen* ist, so dass dieses Axengebilde (Knollen) selbst im Uebermass der Reife noch nicht völlig zu Stande kommen kann und höchstens nur die Blattartigkeit des Kotyledonarkörpers beim Keimblatt der Farne erreicht, so ist er auch dem Blüthenreceptakel nächst verwandt.

Da bei den Akotylen überhaupt die Scheidung und Differenzirung des Pflanzenkörpers in den *Gegensatz* von *Wurzelwesen und Stamm*, in auf- und abwärts steigenden Körper noch nicht eingetreten ist, sondern beide in unmittelbarem Uebergang zu einander stehen, so dass selbst noch bei den *Rhizokarpen* dieser allgemeine Zustand so sehr als irgendwo sonst in dieser Klasse herrscht, so ist das *Wurzelwesen* eben so sehr noch vom Stammtrieb *abhängig*, als dieser von jenem. In *dieser* Ordnung überhaupt, insbesondere aber in den *Isoëteen*, tritt aus der *gegenseitigen Durchdringung und Ausgleichung der Gegentriebe durcheinander* doch schon die Regung zur Selbstständigkeit derselben hervor, so dass jeder Theil, ungeachtet er noch die Kraft des Gegentheils in sich aufnimmt, dennoch auch schon *seine* Eigenthümlichkeit bewährt. Daher erscheint hier in dem Lebensprincip der Receptakelartigkeit zuerst die niederste Grundlage eines rhizomartigen Stocks, worin auf- und absteigende Vegetation, Wurzeln und Sprossen in centraler Durchdringung zur Indifferenz zusammenstreben. In der innerlichen gleichförmigen Masse des Stengelkerns liegen beide sowohl ununterscheidbar in einander, als sie auf den Polen auf- und abwärts sich aus einander erheben und in die Gegensätze hervor-

treten. Indem aber das Axengebilde in sein Gegentheil, in die Natur des Wurzelwesens, übergeht und dabei dennoch seine Axenartigkeit, wenigstens in der Grundlage, erhält, so muss der Zustand seiner Innerlichkeit und Bindung und vor Allem sein Sprossen im Centraltrieb leiden und die Zunahme des Wachsthums bis zum Minimum schwinden. In diesem Zustande, den man bei jedem Blüthenreceptakel in grösserem oder geringerem Grade wahrnimmt, finden wir das ursprüngliche Axengebilde der Isoëteen als halbmondförmige Scheibe, da über die Centralität und Innerlichkeit der Axenbildung die dem Wurzelwesen eigenthümliche horizontale Erscheinung und Aeusserlichkeit in Expansion, sowie der Aufbruch und die Entäusserung des Materials in Gefässbündeln für das Wurzelwesen, in ihm überhand genommen hat. Ja sogar ist statt der den wahren Axengebilden eigenthümlichen Natur des Aufsprossens und der Erhebung die *entgegengesetzte* Natur, die dem Wurzelwesen eigen ist, eingekehrt, nämlich das *Abwärtswachsen*, obwohl dieses nur erst schwach erscheint, so dass der untere Theil des Holzkörpers oder Stengelkerns nach der Basis der Pflanze zu einer Convexität als halbmondförmige Scheibe sich vergrössert und abwärts wächst, somit als erster Anfang eines caudex descendens erscheint, der im übrigen Gewächsreich, Ausnahmen bei Monokotyledoneen abgerechnet, nur bei dicotyledonischen Gewächsen vorkommt.

In demselben Maasse aber, als das Axengebilde im Blüthenreceptakel der Isoëteen als halbmondförmige Scheibe *Wurzelstock* wird und *wurzelartige* Natur in sich aufnimmt, tritt hier auch die Umkehrung des *Wurzelwesens* zur Natur der *Axengebilde* ein, so dass die Wurzelzasern diese Natur der Axen-

organe in sich mehr, als in den vorausgehenden, aufnehmen und dennoch Wurzelwesen bleiben. Denn schon bei den *Rhizokarpen* sind die Wurzelzasern nicht nur aus der unbestimmten Zerstreuung, welche die Wurzelhaare der Moose oft haben, auf bestimmte Concentrationspunkte gehäuft, sondern es sind diese Wurzelbüschel sogar öfters auf einem Stiele erhoben und erscheinen also wie aus Blättern hervorgegangen. Zwar haben sie auch bei den Isoëteen noch keine Einheit und Centralität in *einem* Punkte, doch entspringen sie schon in geregelten zwei Reihen in der erwähnten Furche und haben somit eine eigene gemeinsame Grundlage ihres Erscheinens. Dabei sind sie dort oft unverhältnissmässig lang, einfach, ungetheilt, wie z. B. bei Salvinia. Die *Wurzelzasern* von Isoëtes lacustris aber sind wohl eben so gross und lang. Jede ist, wie bei den Rhizokarpen, mit einem Gefässbündelchen versehen, das vom halbmondförmigen Körper oder Wurzelstock des Stengelkerns ausgeht. Während der Kern der Wurzelzasern der Lycopodiaceen und Equisetaceen nur aus *einem* oder wenigen grössern in die Axe des Kerns gestellten Gefassen (abrollbare Spiralgefässe bei den Equisetaceen) besteht, so kommt bei den Rhizokarpen ein wahres *centrales Gefässbündel* in jeder Wurzelzaser vor, wodurch somit die Wurzelzaser schon innerlich fast wie der Stengel und Zweig auf dieser Stufe gebaut ist. Während die meisten sonstigen Wurzelzasern im Innern mit Mark erfüllt sind, so hat Salvinia natans um die dichte Achse der Wurzelzaser noch einen Kreis von kleinen Luftröhrchen, ähnlich wie in den Stengeln derselben und wie in den Wurzelknollen von Equisetum solche grössere vorkommen. Bei Isoëtes lacustris jedoch ist die Wurzelzaser *im Centrum hohl*

und das Gefässbündel *excentrisch* peripherisch gestellt. Wie jene Erscheinung der Wurzelzaser von Salvinia, gleich der ähnlichen in den unterirdischen Wurzelknollen von Equisetum, im antherenartigen Typus auftritt, so könnte man die der Wurzelzaser von Isoëtes gleichsam wie im karpellartigen Typus erscheinend darstellen, indem die höhere Reife in der Centralität einkehrend diese zweiseitige Polarisation im Innern bewirkt. Uebrigens sind diese Wurzelzasern einfach oder doch nur sehr wenig verästelt.

In der Regermination aus dem Receptakel tritt die Wiederherstellung der Axengebilde zuerst pheripherisch ein, so dass darum diese Wurzelzasern am innern Rande der Furche erscheinen und ihre Gefässbündel vom Rande der halbmondförmigen Scheibe des Stengelkerns her entspringen. Diese Produktion der Wurzelzasern erscheint darum auch in geregelter *absteigender* Folge wie bei der Pfahlwurzel der Dicotylen. Da in dem Blüthenreceptakel der höhere Reifegrad im Centrum sitzt und das Material gegen die Peripherie hin gedrängt wird, also die centrifugale Produktion vorzugsweise zuerst einkehrt, ehe das Pistill erscheint, so ist auch hier diese horizontale Richtung der Triebe und die laterale Produktion so wie das Centrifugale der Gefässbündel, sogar in der Zaser, eine Folge davon. Wie die untersten äussersten Blätter am Umfang des Stocks zuerst entstehen und die innersten obersten des knospenartig erscheinenden Gebildes die jüngsten sind, eben so entstehen die neuen Wurzelzasern immer mehr nach innen und der Basis der Pflanze hin in einer abwärts und dabei centripetal verlaufenden Ordnung, da für sie die Basis des Stocks in der Convexität der Spitze der innerste Punkt, dagegen die Ränder und Hörner der halb-

mondförmigen Scheibe, die bis an die Insertion der Blätter hinaufreichen, der äusserste peripherische Theil ist, wo die Produktion der Zasern beginnt.

Da die halbmondförmige Scheibe von Isoëtes in der Mitte steht zwischen Blüthenreceptakel und Proembryo oder Wurzelknollen, so geht auch ausser der horizontalen abwärtstreibenden Wurzelvegetation aus seinem Gipfel ein centrales Axengebilde hervor, welches in Bezug auf die receptakelartige Grundlage jener Scheibe ein *Pistill* sein sollte, aber in den Charakter der Aeusserlichkeit und äusserlichen Produktion zurücksinkend ein *Mittelgebilde* zwischen einem gemeinen Axenorgan und einem Pistill wird. Da nun das Pistill im Allgemeinen wie ein mit dem Charakter vorherrschender Innerlichkeit und Verschlossenheit wiederholtes Blüthenreceptakel oder wie eine Prolification desselben erscheint, was auch Erscheinungen von aufsprossenden Blüthenreceptakeln, wie z. B. bei Fragaria, Ranunculus, Myosurus, bei den Magnolien u. s. w., kund geben, so enthält der in der Mitte des Bogens des Halbmondes der Scheibe aufsprossende *eiförmige Körper* die Natur eines *höheren Blüthenreceptakels.* Diese Natur desselben gibt sich insbesondere darin kund, dass aus ihm die Produktion der *Blüthen* (Früchte) der Pflanze hervorgeht. Allein nicht einmal die wahre Natur eines Blüthenreceptakels, noch die volle Produktion von Blüthen kann dieses eiförmige Körperchen behaupten. Vielmehr sinkt auch es zum Theil noch tiefer in die Natur eines gemeinen Axenorgans oder Knotens zurück, so dass es auch *Zweige* producirt. Dies sind die sog. *Blätter* von Isoëtes, welchen an ihrer Basis die Früchte aufsitzen. Bei dieser Natur hat der *eiförmige Körper* zwar eine von dem abwärts steigenden Theile, der

halbmondförmigen Scheibe, verschiedene Form. Dennoch ist er aber aus denselben Bestandtheilen und derselben gleichförmigen Masse kleiner rundlichen locker gelagerten Zellen zusammengesetzt. Obwohl das Aufwärtssprossen in ihm einkehrt, so ist dieses dennoch nur schwach, so dass er auf seiner oberen Hälfte kein spitzes, sondern ein, wie zumalen anfangs, plattes, sphäroidisches Ende, also noch eine vorzugsweise receptakelartige Gestaltung hat, die nur allmählig etwas in die Länge gezogen und erhoben wird.

Das eiförmige Körperchen erzeugt in Folge seiner blüthenreceptakelartigen Natur die *Blüthenaxen* mit den *Sporokarpien*, wie die Spindel des Equisetaceenfruchtzapfens ihre Sporokarpienwirtel producirt. Allein nicht nur ist die Bildung dieser Sporokarpien von der der Equisetaceensporokarpien wesentlich verschieden und darin zu einer höhern Stufe der Entwicklung fortgeschritten, sondern es ist auch die blüthenartige Stellung und simultane Produktion der Sporokarpien in geregelten Wirteln fast verschwunden. Da nämlich in den Isoëteen, wie schon in den Rhizokarpen, durch den gesteigerten Reifegrad die Differenzirung des Sporokarps in die Gegensätze von Reife und vermehrter Reproduktion herrscht, so ist es im allgemeinen Typus des Blüthenwesens, worin die Staubgefässe vorherrschende Reife, die Pistille vorherrschende Regermination enthalten, in diese Gegensätze differenzirt. Diese *Differenzirung* konnte aber *noch nicht völlig* durchgeführt werden, sondern steht erst auf der niedersten Stufe, auf welcher z. B. die Fruchterscheinung von Marsilea steht, worin ebenfalls die äussere und innere Germination, Frucht und Blatt oder blattartiger Zweig, eine gemeinsame Basis im Träger haben. Bei dieser Erscheinungsweise steht

dieses Gebilde, da die Frucht der Basis des blattartigen Organs aufsitzt, in der Analogie des Staubgefässes bei den Monopetalen, so dass es *Staubgefäss und Petalum* zugleich ist, indem beide noch wie *ein* einziges Gebilde erscheinen. Allein hier kann diese ursprünglich *petaloidische* Natur des Antherenträgers von *Isoëtes* eben so wenig behauptet werden als bei *Marsilea.* Denn da hier wie dort noch und wie überhaupt in den Akotylen der Trieb zur äusserlichen Germination vorherrscht und die auf die Reife durch Reaction nachfolgende reichlichere Wiederernährung und vermehrte Saftströmung mit dem üppiger einkehrenden Wurzelwesen die Entwicklung und Entäusserung der Gebilde fördert, was auch der starke dieses Gebilde durchziehende *Mittelnerv* beweist, so wird ein Theil des in die Differenzirung fortschreitenden Sporokarps zu einem Gebilde, das zwischen Axen- und Blattorgan, wie das gestielte Blatt von Marsilea, in der Mitte steht und als blattartig expandirtes Zweiglein bei Isoëtes bezeichnet werden kann. Wird es mit dem Blatte von Marsilea quadrifolia verglichen, welches durch seinen axenartigen Träger und die Gipfelproduktion der Blättchen noch mehr axenartig erscheint, so tritt in dem Isoëteenblatte die petaloidische Gestaltung noch mehr hervor, da es an der Basis in einer breiten Grundlage expandirt ist und auf der Spitze zusammengezogen, während das Blatt von Marsilea in der gegentheiligen Erscheinung steht und noch einem Sporokarp ähnlicher ist, das noch nicht in diese blüthenartige Differenzirung und Entzweiung in sich selbst, wie das *Staubgefäss*, übergeschritten ist.

Dass aber diese *blattartigen Gebilde* der Isoëteen ursprüngliche, im Typus des Staubgefässes und seiner

Anthere stehende, *Axenorgane* sind, geht schon aus deren innerem Baue hervor. Denn ihre Mitte ist von einem aus Ringgefässen bestehenden Gefässbündel durchzogen, obwohl auch dieses, wie das Gefässbündelchen der Wurzelzaser, nicht völlig central ist. Ausserdem hat dieses Axengebilde vier peripherisch und parallel verlaufende, ziemlich weite Luftkanäle, welche dem Gebilde das Gepräge einer anthera quadrilocellata geben. In diesen Luftkanälen wird man durchschimmernde häutige Querscheidewände gewahr, in deren Vorhandensein noch die ursprüngliche Gliederung dieses Axengebildes ausgedrückt ist. Im Allgemeinen erscheinen diese *blattartigen Zweige* einfach, ziemlich lang, pfriemenförmig zugespitzt, grasblattähnlich und stiellos. Vielmehr ist die Basis expandirt und scheidenartig stengelumfassend. Dabei sind sie straff, spröde, leicht zerbrechlich, am äussern Umfang convex, nach innen der allgemeinen Axe zu flach oder fast rinnenförmig.

Da der eiförmige Körper ein akotylisches Axenorgan ist, welches in Ansetzen von erneuter Gipfelproduktion fortschreitet, so sind die Zweige (Blätter) der Spitze die jüngsten, während jene von der Basis her allmählig absterben. Es herrscht hier dieselbe Folge der Produktion, wie im Blüthenreceptakel, da die peripherischen Axengebilde (Staubgefässe), welche hier die untersten sind, zuerst und die centralen (Karpelle) zuletzt sich entwickeln. Dasselbe haben wir in der absteigenden Folge der Wurzelzasern wahrgenommen, da auch hier die peripherischen zuerst erscheinen, indem sie ebenfalls aus einer receptakelartigen Grundlage entspringen.

Im Allgemeinen hat jedes dieser blattartigen Zweiglein auf seinem expandirten Grunde eine *Frucht*.

Allein es gibt auch Fälle, in denen die niedere Vegetation und der Trieb des Wachsthums und Grünens so sehr überhand nimmt, dass die Frucht nicht mehr erscheint und das Gebilde in diesem Sinne, wie ein Petalum ohne Anthere erscheinend, in die völlige Blatterscheinung des zweiten Lebensabschnittes zurücksinkt. Diese Abänderung hat Doell (s. dess. rhein. Flora S. 40) beobachtet und, da das ganze Gewächs auf diese Art unfruchtbar wird, Isoëtes lacustris fluitans genannt. Solche unfruchtbare Blätter werden 4—8 Fuss lang, somit viel grösser als gewöhnlich, am Ende flach und zwei Linien breit. Diese Pflänzchen erheben sich daher auch zur Oberfläche des Wassers, auf der sie schwimmen.

Die *Frucht* der Isoëteen, welche, wie bemerkt wurde, auf dem breiten Grunde des expandirten Zweigleins aufsitzt, hat eine aus dem Sphäroidischen in das Ovale gehende Gestalt. Sie ist mit ihrem Rücken dem dicken, mittelrippenartigen Streifen oder Nerven des Zweigleins aufgewachsen, mit dem sie organisch zusammenhängt und somit wie eine laterale Knospe desselben erscheint, da jener sich noch über sie hinaus in dem Zweig fortsetzt. Die Fruchtschale erscheint daher nur wie ein Theil der äusseren Knospenhülle, indem da, wo die Frucht mit dem Mittelnerv verbunden ist, keine Hülle vorkommt. Diese Fruchthülle besteht daher nur aus einer schwachen, zelligen Haut, welche gleichsam wie eine in sich zusammenhängende Epidermis des blattartigen Zweigleins zu entstehen scheint, aber doch wohl einen andern Ursprung hat, und in der Reife nicht aufspringt. Das Innere der *Frucht* ist von vielen zelligen, markigen Querfäden durchzogen, welche aus zartem Zellgewebe bestehen. Diese Fäden gehen von dem ver-

dickten Mittelnerven aus, laufen in die Quere durch den Fruchtraum und erstrecken sich bis zur vordern Fruchtwand. Anfangs ist das Innere der Frucht mit Zellgewebe erfüllt. Später sind zwischen den Querfäden Fortpflanzungskeime und zwar in verschiedenen Früchten verschiedene von zweifachem Charakter, wovon schon oben zum Theil gehandelt wurde. Die obere Hälfte der Frucht ist von einer aus der hervorspringenden Epidermis des Zweigleins entstandenen halbmondförmigen, blatthautartigen Decke eingehüllt, die untere frei. Oberhalb dieser Haut befindet sich eine fast herzförmige Schuppe (squamula cordiformis), ohne mit der Fruchthülle in unmittelbarer Verbindung zu stehen, deren Bedeutung unten erklärt werden wird.

Unverkennbar liegt der *Fruchterscheinung* von *Isoëtes* der Bau und die Bildung des Fruchtinhaltes von *Marsilea* zu Grunde, wie schon oben erwähnt wurde. Zwar wird von Endlicher mit Recht behauptet: „Isoëteae quoad fructificationis naturam maximis oppressae dubiis.“ Allein wir glauben dennoch, dass, wenn man den Fruchtbau der Isoëteen von der Frucht der Marsilea aus verfolgt und hinzunimmt, was wir oben schon über die Entstehung dieser Frucht und den Grund ihrer zweierlei Keimbildung auseinandergesetzt haben, dass diese grossen Zweifel verschwinden werden. Schon bei den Rhizokarpen haben wir, wie namentlich in Marsilea nachgewiesen, dass in dem Fruchtinhalte ein embryenartiges Axenorgan im Typus der Placentabildung angesetzt wird. Da aber diese Frucht, welche dort noch inniger geschlossen erscheint, hier durch die höhere Reife aufgebrochen wird, so erscheint der embryenartige Inhalt der Marsileafrucht äusserlich. Dieser äusserlich

gewordene knospige und embryenartige Inhalt der Marsileafrucht erscheint als Frucht der Isoëteen. Die Innenhaut jener stellt sich als die häutige Fruchthülle dar, welche hier wie dort in dem äussern, dem Gefässbündelstrange entgegengesetzten, Pole ihre Hauptmasse und Hauptstärke hat. Der Gefässbündelstrang in der Marsileafrucht selbst wird hier zum sog. verdickten Mittelnerv und hat als solcher, da er in äusserer Germination hier erscheint, an Nahrungsgehalt und an Masse des Materials zugenommen. Statt der vielen innerlichen Quersäckchen in der Marsileafrucht erscheinen aber in der Isoëteenfrucht keine ganzen geschlossenen Säckchen mehr mit vollständiger Haut, sondern nur noch schwache Reste dieser zartzelligen Häute der Quersäckchen, die als zarte von dem Mittelnerv aus quer durch den Fruchtraum ziehende Fäden erscheinen. Denn da der geschlossene Inhalt der Marsileafrucht hier offen und äusserlich erscheint, so ist er auch mehr der Einwirkung der höhern Reife und des Entäusserungstriebes, der Verzehrung und Destruktion preisgegeben.

Zu dieser Vorstellung von der Isoëteenfrucht wird man geführt, wenn man von der Natur der Marsileafrucht als eines Samens mit Embryo ausgeht. Denn da die *Spindel* oder der eiförmige Körper der Isoëteen, welche die Früchtchen mit den Zweigen enthält, als ein zwischen Fruchtreife und Blüthenreceptakel schwebendes Axenorgan erscheint, so stellen auch die Zweige mit den Früchten eben so sehr die in Ueberreife aufgebrochenen *Samen* dieser reifen Frucht vor, als sie die Grundlage und den Typus der *Staubgefässerscheinung* enthalten. Daraus folgt gleichfalls, dass die Staubgefässe und Sporokarpien des Gewächsreichs, was wir schon bei den Equisetaceen

bewiesen haben, embryenartig erscheinende Axenorgane sind, so wie wir auch schon bei den Rhizokarpen nachgewiesen haben, dass die Embryen des Gewächsreichs im allgemeinen Typus des Sporokarps und Staubgefässes erscheinen.

Allein da ein Theil der Isoëteenfrüchte nicht Sporen, sondern grosse Keimkörner oder Embryen erzeugt, so erscheinen diese embryenerzeugenden Isoëteenfrüchte in der Annäherung zur *karpellartigen* Grundlage, so wie wir auch von ihrem Vorbilde, der Marsileafrucht, bewiesen haben, dass sie im Vergleich mit dem Equisetaceensporokarp *karpellartig* erscheint. Aus dieser *karpellartigen* Grundlage der Isoëteenfrucht ergibt sich daher eine andere Vorstellung von der Entstehung und Bildung dieser Frucht mit dem Zweig. Die Entstehung und Bildung des Karpells geht im Allgemeinen von der staubgefässartigen Grundlage (wie bei Marsilea von dem Sporokarp der Equisetaceen) aus und entsteht hauptsächlich durch das Zusammenwirken der zwei höchsten Gegentriebe des Lebens, Reife und Regermination. Durch das Vorherrschen des einen oder andern an dem einen äussern und andern innern dem Centrum der Axe zugekehrten Theile wird das Gebilde in die zweiseitig entgegengesetzte Polarisation übergeführt. An dem einen äussern Pole, wo das Karpell seine sog. imaginäre Mittelrippe hat, herrscht die Reife, Expansion und Entäusserung des Gebildes und die Blattartigkeit vor, in dem andern innern dagegen die innerliche Regermination in Produktion der Samenknospen und Placenten. In dieser Vorstellung wird somit die Natur der Isoëteenfrucht als einer Placenta mit Embryen (grosssen Keimkörnern) und des Zweiges als der blattartig expandirten offenen Kar-

pellschale verständlich. Noch klarer wird aber diese Natur der Frucht mit dem Zweig, wenn wir die Entstehung der Ophioglosseenfructification aus dieser Grundlage verfolgen, wie unten geschehen wird.

Daraus ergibt sich, dass der *Fortpflanzungs-Apparat* (Zweig mit Frucht) der Isoëteen ein ursprünglich staubgefäss- oder karpellartiges Gebilde ist, welches auf der *Mitte* des Weges der Umwandlung in ein Karpell stehen geblieben und, statt ganz in *innere* Regermination der Blüthen fortzuschreiten, zum Theil der *äussern* Germination zufällt. So hat es schon die Anfänge zur Bildung des Fruchtknotens, des Stylus und der Narbe des Karpells, ohne dieses in wahrhafter Natur und Erscheinung erlangen zu können. Wie bei Uebergängen und Umwandlungen der Staubgefässe in Karpelle bei Missbildungen die Entwicklung und vermehrte Produktion von dem Rücken der Anthere und dem des Connectivs ausgeht, so dass dieser Rücken mit den zwei hintern Antherenloculamenten sich erweiternd und in eine Masse verschmelzend zu einem schnabelförmigen Fortsatz der Spitze sich erhebt, der den Griffelansatz vorstellt, wie dieses Gebilde dann abwärts sich zu einer nach vorn offenen Höhle (Anfang des Fruchtknotens) erweitert, sich nach vorn etwas einwärts krümmt, indem seine vorspringenden Ränder zu Placenten werden, während die zwei *vordern* Loculamente (hier die Isoëteenfrucht) noch fast völlig unverändert sind, also noch als Rest der Anthere erscheinen, so kommt auch hier dieselbe *Schwebe* der Lebensmomente und Erscheinungen in der Isoëteenfructification vor. Selbst der Anfang der Narbenerscheinung, das Stigma, tritt hier schon hervor. Denn wie dieses in manchen Fällen des Gewächsreichs nicht die Spitze des Griffels ein-

nimmt oder selbst bildet, sondern abwärts und seitlich erscheint, zumalen wo eine solche Krümmung des Griffels wie hier herrscht, so erscheint es auch hier seitlich unterhalb der Zweigspitze als sog. *herzförmige Schuppe* und oberhalb der halbmondförmigen Fruchtdecke. Wenn daher bei dem ähnlichen Mittelzustand des Blüthenwesens der Orchideen auf deren Gynostemium diese Narbe dem sog. Gynyzus (Narbenfleck) entspricht, so ist der Zweig der Isoëteen mit dem sog. Rostellum oder dem dort über die Narbe etwas bogenförmig sich erhebenden schnabelförmigen Fortsatz zu vergleichen, dessen Richtung zwar von innen nach aussen geht, aber bei der Zurückdrehung des gedrehten Ovariums auch den Rücken der Blüthe einnimmt. Die Frucht ist hier im Begriff, sich als Axenorgan in zwei Hälften zu vergabeln, wozu sie in den Ophioglosseen einen noch stärkern Fortschritt in der Differenz vom gemeinen und vom Fruchtblatt macht, wovon die eine der äussern Germination vorzugsweise anheimfallende Hälfte, der blattartige Isoëteenzweig, durch das erneute Wachsthum in erneuter Ernährung dem pistillartigen Lebensmoment der Regermination und Wiedervermehrung, die andere Hälfte aber oder die eigentliche Isoëteenfrucht noch dem staubgefäss- oder sporokarpienartigen Lebensmoment angehört, worin der Zustand der Reife vorherrscht. In dieser Morphonomie erscheint das Fructificationsgebilde der Isoëteen somit völlig in der Mitte zwischen dem phanerogamen Blüthenwesen schwebend.

Verfolgen wir die Bedeutung der *herzförmigen Schuppe* in Bezug auf die staubgefässartige Erscheinung der Isoëteenfrucht, so stellt sie sich, da das ganze Gebilde ein sich vergabelndes Axen-

organ ist, als ein erneuter *Gipfelansatz* des sporokarpienartigen Theils dieses Gebildes dar, den man mit der Spitze des Operculums der Mooskapsel vergleichen könnte, so wie die halbmondförmige Fruchtdecke dem Epiphragma derselben oder der Pelta des Equisetaceensporokarps analog erscheint. Denn da von dem Sporokarp nur noch die Hälfte übrig ist und die andere Hälfte als Zweig oder Griffelfortsatz (Karpellrücken) ausgewachsen ist, so erscheint auch diese Schuppe wie die halbirte Spitze eines halbirten Operculums, und die Fruchtdecke ist gleichfalls nur halbmondförmig, nicht voll. Da das Operculum wie das Stigma des Pistills als ein erneut sich ansetzender Fruchtknoten oder hier als eine Sporenkapsel erscheint, die aus Schwäche und Erschöpfung nur rudimentär bleibt, so stimmt diese Natur der herzförmigen Schuppe als halbirtes Operculum mit der oben erörterten Natur einer rudimentären Narbe des karpellartigen Gebildes zusammen, führt uns aber auch zu einer andern wichtigeren Andeutung. Wie nämlich das Stigma bei dem Karpell und Pistill überhaupt gleich dem Operculum der Gipfelansatz zu einem zweiten aus dem ursprünglichen Axenorgan (dem Fruchtknoten mit dem Internodium oder Griffel) neu hervorsprossenden zweiten Axenorgan ist, das aber in Erschöpfung und rudimentärer Bildung stehen bleibt, so zeigt die herzförmige Schuppe hier an, dass sie die erste rudimentäre Spur, gleichsam die Spitze des in der folgenden Familie der Ophioglosseen durch völlige Differenzirung hervorwachsenden Fruchtträgers sei, wovon sich hier erst diese rudimentäre Spur ansetzen kann. Demgemäss könnte man diese Schuppe, da der Fruchtträger der Ophioglosseen karpellartig erscheint und die Karpelle oft erst in Stami-

nodien als einer Mittelbildung zwischen den Blüthen angedeutet sind, auch als eine staminodienartige Erscheinung darstellen und insbesondere mit den sog. Deckkläppchen oder Hohlschüppchen (fornices) des Androphorums der Monopetalen vergleichen, die gleichfalls wie in schwache Petalen übergegangene Antherenansätze und oft vor oder über den Antheren, wie hier die Schuppe, erscheinen.

Die *Keimkörner* (*Sporen*) der Isoëteen sind *zweierlei* Art. Es kommen nämlich in den Sporenbehältern der 7—9 äussersten untersten blattartigen Träger zwischen den Querfäden der Behälter, fast ähnlich wie in den Querfächern der Marsileafrucht, kleine zellige Säckchen vor, wovon jedes *vier grosse* tetraëdrische graulichweisse, uneigentlich grosse Sporen genannte, Keimkörner enthält, wie die sogen. *vierknöpfigen* Kapselchen der Lycopodiaceen. Diese sind wie bei den Lycopodiaceen auf der oberen Hälfte mit drei an den Enden convergirenden Kanten versehen, welche von der gegenseitigen Lage und Berührung dieser Körner unter sich entstehen. Sie sind nach Roeper (Flora v. Mecklenb.) mit denen der Lycopodiumarten *durchaus identisch.* Ihre Oberfläche ist mit einer rauhen, beim Druck in Stückchen zerfallenden dicken, kalkigen (jedoch nach Roeper nicht aus kohlensaurem Kalk bestehenden) Kruste überzogen. Diesen untern blattartigen Fruchtträgern folgen weiter nach innen und oben andere blattartige Zweiglein nach, deren Früchte zwischen den querlaufenden Zellenfäden gleichfalls solche Säckchen enthalten, die jedoch mit sehr kleinen staubfeinen, mehlartigen Keimkörnern erfüllt sind. Diese haben den Bau wahrer Sporen und sind ursprünglich zu vieren

in jeder Mutterzelle zusammengeballt, stehen aufrecht und erscheinen in ellipsoidischer Grundgestaltung.

Wie es kommt, dass in dieser Familie in den Eisäckchen und Pollensäckchen keine Blüthen mehr, wie bei den Rhizokarpen, gebildet werden können, sondern nur noch die denselben entsprechenden Ansätze in der *doppelten Keimbildung*, wurde oben schon dargestellt. Denn, nachdem das Lebensmoment der vollen Blüthenerscheinung in den differenten Blüthentheilen der *Rhizokarpen* eingekehrt war, so hat die Vegetation auf *dieser* Stufe, worin die höhere Pflanzenerscheinung mit ihrem Charakter von Innerlichkeit in Erschöpfung durch den Eingriff der äussern Germination und Abhängigkeit noch so sehr leidet, noch nicht die Kraft, diese Blüthenbildung fortzusetzen und in höhere Gestaltung weiter zu führen. Wie vielmehr auf jenes Lebensmoment der Abschluss in der Fruchtreife und die Aussaat der Keime erscheint, so kann in der Gesammtvegetation der Isoëteen nur dieser Entäusserungszustand des Gehaltes in der Eile der Keime zur Ueberreife und zur äussern Germination erfolgen. Darum sind diese grössern Keimkörner auch den elementaren Keimen noch näher verwandt, als die wahren Embryen, wie schon ihr Erscheinen in der dem Pollinar- und Antherenwesen eigenthümlichen Vierzahl beweisst. Dass aber hier die unteren an der Basis der Pflanze stehenden Früchte vorzugsweise pistillartig erscheinen und wie bei den doppeltfrüchtigen Lycopodiaceen die grossen embryenartigen Keimkörner erzeugen, davon wurde schon bei den Lycopodiaceen der Grund angegeben, da ihnen hier das reichlichere Material der vermehrten Produktion zu Gebote steht. Allein nach der Beobachtung von Doell (s. dess. rhein. Flora S. 40)

finden sich am Grunde der innersten Blätter, welche sich, wie er glaubt, erst im folgenden Jahre völlig entwickeln, wieder *grosse Keimkörner*. Demnach hat im Centrum und auf der Spitze die Produktion von Neuem zugenommen. Diese wiedervermehrte Produktion erscheint daher im allgemeinen Gesetze des Wachsthums und der Zunahme der Axenorgane der Akotylen durch erneuten Gipfelansatz. Diesen Fortschritt könnte man daher auch pistillartig nennen, da das Pistill im Vergleich mit dem Blüthenreceptakel ebenfalls ein erneuter Gipfelansatz ist. Wie diese Erscheinung zu einer noch höhern Gradation gelangt, werden die folgenden Ophioglosseen kund geben.

Ueber den *Keimungsprocess* der Isoëteen hat man nur mangelhafte, obwohl umständliche mit Abbildungen versehene Beobachtungen von A. Raffeneau-Delile bei Isoëtes setacea *Bosc* in Mém. du mus. d'hist. nat. T. XIV. p. 100 ff. Die *grossen Keimkörner* (grossen Sporen) hat Roeper (zur Flora v. Mecklenb. I. S. 125) keimen sehen und zwar häufig sogar in dem halb macerirten Sporenbehälter, ohne jedoch diesen Vorgang zu beschreiben. Dass die Keimkörner oft keimen, während sie sich noch in dem Sporenbehälter befinden, kommt übrigens nicht bei diesen grossen Keimkörpern allein vor, sondern ist auch bei Polypodiaceen und Ophioglosseen von Kaulfuss u. A. beobachtet worden. Auch diese Erscheinung spricht für die nahe Verwandtschaft dieser Fructificationsorgane mit dem gemeinen Zweig- und Knospenwesen, wovon schon oben ausführlich gehandelt wurde.

d. Grundzüge der Lebens- und Entwicklungsgeschichte der dritten Unterordnung oder die Fortpflanzungsgeschichte in dieser Ordnung der ersten Klasse.

1) *Die Ophioglosseen (Stachyopteriden Willd. Klappenfarne, Aehrenfarne,* Saftfarne), *sechste Familie der Ordnung.*

Gattungen: Ophioglossum L. (Ophioderma *Blum.*), Botrychium *Swa.* (Botrypus *Mich.*), Helminthostachys *Kaulf.* (Ophiala *Desv.*, Botryopteris *Presl*)

1) *Allgemeiner Charakter der Erscheinungsweise.*

Krautige Landpflanzen mit verkürztem perennirendem Stock oder rhizomartigem fleischigem Stamm. Dieser steht senkrecht, selten wagrecht und entwickelt am untersten Theil sehr starke, dicke, meist fleischige einfache oder etwas verzweigte Wurzelzasern. Auf der Spitze des Stockes erhebt sich ein einfacher, walziger, krautigweicher Schaft oder Stengelchen, selten zwei oder mehrere. Derselbe steht aufrecht, ist an bald höherer, bald niederer Stelle oder schon am Grunde in zwei Triebe verzweigt, in ein eigentliches Blatt (Wedel) und eine gestielte Fruchtspindel. Das Blatt (Wedel, Laub) ist gestielt, selten sitzend und halb stengelumfassend, glatt und ohne Spreuschuppen,

bald häutig, saftig, bald mehr lederartig, einfach oder fiederschnittig, selten mehrfach fiedertheilig, meist einzeln, doch auch in seltenen Fällen zu zweien oder mehreren. Knospen auf dem Stock gipfelständig neben dem Stengel und neben einander frei und von einer scheidigen Decke umgeben oder im Grunde des Stengels verschlossen; bald nur eine, bald mehrere Knospen in derselben Knospendecke. Fruchtstand eine gestielte Aehre ohne Brakteen mit einfacher oder ästig rispenförmig zertheilter und blattartig expandirter Spindel. Die Sporenkapseln stehen zweizeilig einseitig, selten nach allen Seiten der Spindel, sind aufsitzend und der Spindel mit der Basis fest angewachsen und verschmolzen; bald unter sich in zwei Reihen zu einer zweizeiligen Aehre (Arten von Ophiglossum), bald zu 3 bis 5 verwachsen (Helminthostachys), bald gesondert (Botrychium). Sie sind einfächerig mit derber, dicker Hülle, fast kugelig, gefässlos, unberingt, an der Spitze halbzweiklappig in einer Querspalte aufspringend, vielsporig. Die Sporen sind einförmig, glatt oder höckerig tetraëdrisch sehr klein.

2) *Morphologische Entwicklungsgeschichte.*

Obgleich diese Familie kaum aus drei, nicht einmal wahrhaft generisch und charakteristisch verschiedenen, Sippschaften mit ungefähr zwanzig Arten bis jetzt besteht, so enthält sie dennoch eine sehr rege, wandelbare Metamorphose in der Gestaltung der einzelnen Organe. Ihre Erscheinung geht ganz einfach aus der Grundlage der *Isoëteen* in folgender Weise hervor. Nachdem die knospige Grundlage für die höhere Vegetation dieser Ordnung in den *Rhizokarpenfrüchten,* wie vor Allem in deren letzter Sippschaft Azolla, *innerlich* angelegt und vorgebildet,

dann in der *Isoëteenpflanze äusserlich* aus der aufgebrochenen Frucht und deren offenen Samenschalen hervorgetreten war, so schreitet dieses knospig und embryenartig erscheinende Pflanzengebilde, in welchem Hülle und Inhalt noch *ein* unmittelbar verbundenes organisches Ganze ausmachen, in die Bildung der sog. *Stengelchen* der *Ophioglosseen* durch höhere Entwicklung aus seiner knospig embryenartigen Anlage fort. Wie die Vegetation der *Isoëteen* in dieser *embryenartigen* Beschaffenheit, wie zumal der blattartige Zweig mit der Frucht auf seiner Basis beweist, noch vorzugsweise in der Natur der *staubgefässartigen* Erscheinungsgrundlage ruht, so hat dagegen die *Ophioglosseenpflanze* durch die *höhere Differenzirung* wieder die Gegensätze von Reife und vermehrter Reproduktion im Wesen der *pistillartigen* Erscheinung erlangt.

Dennoch können auf dieser Stufe die beiden Blüthentheile in ihrem Zustande vorherrschender Innerlichkeit noch nicht rein und vollständig behauptet werden, so dass die Erscheinung derselben zum Theil wieder in die Zustände der äusserlichen Germination zurücksinkt, wie wir schon in den *Isoëteen* nachgewiesen haben, aber auch in den *Ophioglosseen* wahrnehmen. Auch hier macht die Sporokarpienbildung noch die Grundlage aus, obwohl in dieser bei den *Ophioglosseen* schon *mehr* die Hinneigung zur vorherrschenden Innerlichkeit und *pistill-* oder vielmehr *karpellartigen* Beschaffenheit und Gestaltung der Gebilde unverkennbar ist, wenn man sie mit der *vorherrschend* staubgefässartigen Erscheinungsweise der *Isoëteen* vergleicht.

In der Vegetation der *Isoëteen* gibt sich im obigen Vergleich der embryenartige Ausdruck durch

Vorherrschen der Formen der Reife und Erschöpfung kund, wie in der Staubgefässerscheinung der Kotyledoneen. Zwar tritt dieser Zustand der Reife, Entäusserung und Entwicklung in gesteigertem Maasse bei den *Ophioglosseen* hervor, wie in den Karpellen im Vergleich mit den Staubgefässen. Allein eben darum kehrt auch zugleich die Reaction gegen diese gesteigerte Reife, somit der Gegentrieb der vermehrten Reproduktion, erneuten Ernährung und zunehmenden materiellen Fülle mit Vorherrschen der Innerlichkeit wieder ein, so dass sich die Gegensätze von Reife und Regermination zwar durchdringen, aber dennoch das letztere Lebensmoment eben so *vorherrschend* wird als in der staubgefässartigen Erscheinung das entgegengesetzte oder der Zustand der Abnahme in Reife und Entäusserung. Liegen daher die Gegentriebe bei der Isoëteenvegetation in gegenseitiger Ausgleichung mehr oder weniger noch in einander, durch einander abgemessen und zur Indifferenz genähert, so treten sie hier mehr selbstständig im Gegensatze hervor und gelangen zur Behauptung grösserer Eigenthümlichkeit und Ausbildung. Wie mit diesem Uebergang der *Umsturz* der staubgefässartigen Grundlage aus der vorherrschend äusserlichen Produktion (Staubsäckchen) in die innerliche (Samenknospen) einkehrt, so kommen auch die meisten Erscheinungen der Isoëteen in umgekehrter Gestaltung im Vergleich mit dem Hervortreten zweiseitig entgegengesetzter Polarisation bei den Ophioglosseen vor. In diesem Fortschritt kehrt einestheils die höhere Innerlichkeit und erhöhte Axenartigkeit ein, so dass nicht nur der Stengelkern der Ophioglosseen mit seinen dicken Wurzelzasern in materieller Fülle viel stärker als das eiförmige Körperchen der *Isoëteen*

erscheint, sondern auch die Zweige mit den Früchten, welche bei den Isoëteen mit breiter expandirter Basis erschienen, erneutes Sprossen und höhere Axenartigkeit als sog. Stengelchen der Ophioglosseen erlangt haben. Eben so sind die sog. Blätter oder blattartigen Zweige der Ophioglosseen im Allgemeinen zu viel reichlicherer Produktion und materieller Stärke fortgeschritten, als die der Isoëteen haben, da sich bei jenen schon ein Strunk ansetzt. Dieselbe vermehrte Innerlichkeit wird man auch in den übrigen Organen gewahr, wie unten im Einzelnen nachgewiesen werden wird. Wie aber die höhere Bindung und Innerlichkeit in den einzelnen Gebilden der Ophioglosseen herrschend wird, so geht ihre Gesammtheit auf der Pflanze mit diesem Fortschritt in grösserer Ausbildung des Einzelnen zur Abnahme in Zahl und Vielheit. Wie in den Karpellen im Vergleich mit den Staubgefässen aus diesem Grunde nicht nur die Zahl abnimmt, sondern eine Zusammenrückung zur innigeren Geselligkeit, zur Concentration und Einigung in der Centralstellung vorherrscht, so findet man einen ähnlichen Fortschritt in der sehr beschränkten *Zahl* der Stengelchen (ursprünglich Zweige) der Ophioglosseen, die oft in Jahrestrieben zur Einzahl des Stengelchens reducirt ist, wenn man sie mit der üppigen *Vielzahl* der Zweige der Isoëteenpflanze vergleicht, während überdiess das Stengelchen der Ophioglosseen pistillartig die Centralität und Spitze des verkürzten Stockes einnimmt und die Zweige der Isoëteen staubgefässartig den Umfang des verkürzten Stockes vorzugsweise besetzen. Den ähnlichen Fortschritt in Abnahme der Vielzahl bei gleichzeitiger Zunahme der Ausbildung des Einzelnen wird man in den dickeren, der Natur von Axen näher stehenden,

und mehr concentrirten Wurzelzasern der Ophioglosseen im Vergleich mit jenen der Isoëteen gewahr. Dass aber die Differenzirung im Vergleich mit der Isoëteenvegetation bei den Ophioglosseenpflänzchen überhaupt und in ihren einzelnen Gebilden im Besondern schon weit stärker hervortritt, ist unverkennbar. Das Stengelchen steht im Gegensatz gegen den verkürzten Stock wie der Stamm und Stengel der höhern Gewächse (z. B. der Halm der Gräser) gegen das Rhizom. Ein eben so grosser Gegensatz tritt in der Knospe und Knospenhülle, so wie im entwickelten Stengelchen im Vergleich zur Knospe selbst ein. Eben so im Blatt oder gemeinen Wedel und im Fruchtwedel. Ja diese Wedel setzen hier und da schon eine entgegengesetzte Polarisation zwischen Strunk und blattartigen Theilen an.

Gehen wir zur Charakteristik der *einzelnen* Organe und Gebilde über, so steht vor Allem das *Wurzelwesen* in der Natur vermehrter Produktion und Axenartigkeit. Denn die *Wurzelzasern* haben eine im Vergleich mit allen andern dieser Kreise ungewöhnliche Stärke. Sie sind dick, lang, fleischig, ja bisweilen verzweigt, entspringen aus dem Stock der Pflanze und übertreffen in Grösse noch die stärksten der Isoëteen, denen sie jedoch an *Zahl* nachstehen, wie schon oben erörtert wurde. Dieses Vorherrschen der Wurzelmacht beweisst, dass der Trieb zur Erhöhung der Produktion hier noch im Zunehmen ist und das pisillartige Lebensmoment überwiegt. Darum wird hier, wie unten im Einzelnen nachgewiesen werden wird, der Grund für den üppigen Reichthum der Entwicklungen und für die grosse Fülle der Erscheinungen gelegt, die in den folgenden Gradationen der Vegetation der Laubfarne und

zwar zunächst in den Marattiaceen vorkommen. Das Wurzelwesen der *Isoëteen* sammt der halbmondförmigen Scheibe, die gleichsam wie ein Proembryo oder als ein vorläufiges Ernährungsorgan bei den Isoëteen erschienen war, ist bei den Ophioglosseen verschwunden und dafür das neue Wurzelwesen der Ophioglosseen mit um so höherer vermehrter Kraft und Stärke eingetreten. Man kann daher diesen Fortschritt der Vegetation von den *Isoëteen* aus zu den Ophioglosseen und Marattiaceen auch in Analogie stellen mit jenem Lebensfortschritt bei dem Keimungsprocess der Farnpflanze aus dem Proëmbryo, worin *nach* der völligen Ausbildung des Proëmbryo und *nach* dem Ansetzen des sog. Keimhügels die jungen Wedelchen mit ihren Wurzelzasern aufgehen, während der Proëmbryo mit seinem vorbereitenden Wurzelhaarwesen untergeht. Wie aus dem Keimhügel sich einzelne Keimpflänzchen (Wedel) entwickeln, wovon jedes seine eigene Wurzel hat, die von dem aus unzähligen Härchen bestehendem Wurzelfilz des Proëmbryo sehr verschieden ist und eine Wurzelzaser oder eine häutige Röhre mit einem Gefäss vorstellt, deren Oberfläche sich mit einer grossen Menge zarter einfacher Härchen bedeckt; eben so ist im Fortschritt aus den Isoëteen in die Ophioglosseen nicht nur die üppige Zahl der schwächern Wurzelzasern mit dem proëmbryenartigen Scheibengebilde der Isoëteen untergegangen, sondern auch die erneut aufgehende Produktion *mehr* in die axenartige Erscheinung und Ausbildung der einzelnen Triebe fortgeschritten. Darum erscheinen die Wurzelzasern der Ophioglosseen in innigster organischer Verbindung mit dem eigentlichen Stock oder Stamm und gehen fast wie *Zweige* aus demselben hervor, obwohl sie der

horizontalen und abwärts sich verzweigenden Vegetation des Stocks angehören.

Der *Stengelkern* oder *wurzelstockartige Stamm* (caudex radiciformis, caulis rhizomatoideus) ist fleischig, ausdauernd, sehr verkürzt, *unterirdisch*, hier und da, wie bei Botrychium und Ophioglossum, fast *knollig* und nimmt von Jahr zu Jahr an Grösse zu. Im Allgemeinen steht er aufrecht, wie der eiförmige Körper des Stengelkerns der Isoëteen, welchem er entspricht. Doch ist seine Natur hier noch tiefer gesunken, da er zur Function eines Rhizoms bei den Monokotylen herabsinkt, aus dem das Stengelchen fast wie ein Halm der Gräser aus dem Rhizom hervorgeht. Er enthält in seinem Innern schon einen zusammenhängenden Kreis von Gefässbündeln, welcher etwas Mark oder Parenchym einschliesst, also eine Anlage zum Stamm der höhern Gewächse zeigt. Jedenfalls ist in seinem Bau schon eine höhere Axen- und Stammartigkeit zu erkennen, als im Stengelkern der Isoëteen. Darum kann auch aus dessen Gehalt in Entwicklung der Grundlage die reichlichste Produktion von Wedeln und sog. Fruchtblättern in der folgenden Familie der Marattiaceen hervorgehen, ähnlich wie aus der Anlage des Pistills überhaupt die reichlichste Produktion von Frucht und Samen nachfolgt. Daher stehen überhaupt beide Familien zu einander in einem Verhältnisse, wie pistillartige Fruchtansätze zur reifen, entwickelten Frucht, was im Allgemeinen vor Allem schon die knospigen Ansätze auf dem Ophioglosseenstocke im Gegensatze zu den entwickelten vielen Wedeln der Marattiaceen beweissen.

Im Allgemeinen kehrt hier eine Scheidung und Entgegensetzung zwischen niederer gemeiner Vegetation in Wurzeln, Sprossen und Blattwesen und

zwischen höherer des Blüthenwesens ein, während bei den nächst vorausgehenden das Wurzelwesen, wie z. B. bei den Rhizokarpen, überall auf der Pflanze, sogar neben den Blüthen und Früchten verbreitet war und bei den Isoëteen sogar Blatt- und Fruchtwesen noch fast *eins* waren. Dennoch kann aber noch keine strenge Scheidung und durchgreifende Entgegensetzung festgehalten werden. Daher ist auch hier noch oft ein fortgehender Zug von Zusammenhang und Ineinanderfliessen der höhern und niedern Vegetation, wie in den vorausgehenden Familien, vorhanden. So stehen sich zwar zwei Axengebilde, ein gemeines als *verkürzter Stock* oder *Stengelkern* und auf dessen Spitze ein schwächeres pistillähnliches (selten zwei) *Axengebilde* (sog. *Stengelchen*) entgegen. Allein beide haben dennoch keine *wahre* organische Entgegensetzung. Das aus dem Stock aufsteigende Stengelchen erscheint als eine pistillartige Vegetation. Darum hat das Stengelchen auch nicht mehr den Zustand innerlicher Reife im Erscheinen von Luftlücken, wie in den Isoëteenzweiglein, sondern ist innerlich solid und stark genährt. Es zeigt sogar schon eine Annäherung zum Baue des Wedelstrunkes. Allein dennoch ist es kein wahres Pistill mit innerlicher Produktion, ja vielmehr zum Theil in die Natur des gemeinen Axengebildes zurückgesunken und so zugleich Blattträger. Einen ähnlichen Zustand werden wir später in einer andern Schrift vom Grashalm nachweisen. Daher erscheinen auch die Früchte dieses und der folgenden Kreise gesondert von der gemeinen niedern Vegetation auf der Spitze der Gewächse. Allein dennoch herrscht in ihnen noch zum Theil der Charakter der *niedern* Vegetation, da sie anstatt als Fruchthüllen zu erscheinen, im Charakter der Aus-

breitung, Aeusserlichkeit und Offenheit als Fruchtwedel vorkommen. Eben so haben die gemeinen Blätter als sog. Wedel, die meist in einfach- oder mehrfach fiederschnittigem Typus stehen, den Charakter der höhern Gebilde der *Reife*, da sie wie die Samen der Karpelle der Phanerogamen in zweireihiger Produktion von Blättchen und Fiederstücken erscheinen. Dennoch sind sie keine höhern Organe und obwohl sie wie die Perigonsblättchen und Petalen als Blattwesen *über* dem Blüthenreceptakel entstehen, ja sogar, wie wir in den Isoëteen nachgewiesen haben, aus dem Fruchtwesen selbst ihre Abstammung haben, so sind sie dennoch nicht Blattwesen *über* dem Blüthenreceptakel, also noch keine wahren Perigons- oder Blumenblätter. Wie die höhere Vegetation noch vom Charakter ber *niedern* durchdrungen ist und in Abhängigkeit von dieser leidet, eben so ist auch die niedere noch von der höhern beherrscht. Hier verfliessen darum beide noch unmittelbar in einander, da sie ursprünglich in einander lagen und aus der Indifferenz stammen, in der jedem Theile noch etwas von der Natur des Gegentheils inwohnt, so dass sie diese nahe Verwandtschaft und Gleichartigkeit auch *nach* ihrer Scheidung zur Selbstständigkeit bewahren, bis diese durch ihre eigenthümliche Entwicklung und entgegengesetzte Natur allmählig auf höherer Stufe mehr verdrängt wird.

Die *Blatt- und Knospenvegetation* hat sich hier noch nicht zur vollen Selbstständigkeit erhoben. Da sie vom höhern Leben, nämlich vom *Fruchtorgan* stammt, so hat sie auch noch den vorherrschenden Charakter von Innerlichkeit und Axenartigkeit. Daher erscheinen die Wedel der folgenden Kreise, deren Grundlage von dem Isoëteenzweig ausgeht und hier

zuerst ausgebildet wird, nicht nur in einem *Mittelzustand* zwischen Zweig und wahrem Blattwesen, sondern die Knospen der Ophioglosseen haben darum auch eine Art von *perikarpienartiger Knospenhülle* und erlangen darin gleichsam wie in einer Samenschale eine Art von ausdauerndem ruhenden Embryozustand. Denn sie ruhen oft Jahre lang im Stengelgrunde, ehe sie sich entwickeln und die Knospendecke aufbrechen können.

Diese *Knospen* (turiones) befinden sich auf dem Gipfel des verkürzten Stockes um den sog. aus dessen Centrum sich erhebenden Stengel herum, sind also sog. stockständige Knospen (gemmæ caudicales). Jede Knospe ist von einer *scheidigen Hülle* oder sog. *Knospendecke* (perula vaginiformis) eingeschlossen. Auch kommen sogar bei Arten von Ophioglossum zusammengesetzte Knospen vor, so dass sich mehrere in *einer* Knospendecke finden. Selbst jüngere und ältere Knospen erscheinen bei Botrychium in einander eingeschachtelt.

Zur Erkenntniss der Wesenheit und Eigenthümlichkeit dieser merkwürdigen Erscheinung des *Knospenwesens* der Ophioglosseen müssen wir es in Zusammenhang mit der *Fruchterscheinung* der vorausgehenden Familien bringen. Nachdem nämlich in den Rhizokarpen die erste Grundlage der Blüthenproduktion, in den Isoëteen aber die Embryenbildung in den sog. grossen Keimkörnern vorherrschte, welche noch fast in der Natur von Brutknospen erschienen, so tritt hier im Fortschritt der Fruchtreife zu äusserer Germination das auf die Aussaat der Keime *nächst* folgende Lebensmoment ein, so dass statt der innerlichen Ansetzung im Embryozustand, welcher beim Mangel von Samenschalen nicht mehr erreicht werden

kann, die *Embryen* oder vielmehr die *Samenknospen* auf der Pflanze selbst in Verbindung mit derselben auswachsen und zu *Knospen* und *Zweigen* (Stengelchen) werden. Wie daher in Marsilea der Zweig innerlich in der Fruchthülle embryenartig angelegt war, so tritt er in den Ophioglosseen zur äusserlichen Erscheinung selbst hervor, wozu schon in den Isoëteen der Anfang gemacht wurde. Allein diese Entwicklung der embryenartigen Grundlage der vorausgehenden Lebensgeschichte zum zweigartigen Axenorgan findet nicht allein in der niedern Vegetation oder in Entstehung des gemeinen Zweiges als sog. Stengelchen statt, welches aus der Knospe aufsprosst, sondern auch in der höhern Vegetation, welche das Stengelchen selbst auf sich in zwei Gebilden hervorbringt, indem statt der Frucht der Isoëteen hier eine Fruchtaxe aufsprosst, welche sich allmählich zum *Fruchtwedel* der Laubfarne umgestaltet. Da selbst in den untergeordneten Gebilden ähnliche Vorgänge auftreten, so gehört diese Erscheinungsweise dem eigenthümlichen Lebensprincip dieser Familie an und ist eine Folge der Wirkung der zu höherem Grade gesteigerten Herrschaft des differenten Blüthenwesens. Da dieser höhere Grad der Differenzirung in die noch vorzugsweise staubgefässartige Grundlage der Isoëteen einkehrt, so wird der Charakter des *karpellartigen* Erscheinungstypus vorherrschend. Indem nämlich statt der *Schwebe zwischen dem Blüthenwesen*, welche das *sporokarpienartige* Axenorgan der Isoëteen hat, der gesteigerte Reifegrad einkehrt, so muss dasselbe, weil auf dieser Stufe die Gegensätze höchster Reife und innerlicher Regermination sich in demselben Gebilde *noch*

nicht unmittelbar gegenseitig durchdringen und einigen, in den Zustand der Keimlosigkeit und Erschöpfung durch diese Herrschaft der Reife zurücksinken oder wird zu einer Art von *Staminodium*. Wie nämlich auf dieser Stufe die Samenknospen noch nicht aus der Hülle des Karpells selbst hervorgehen, was die Eisäckchen der *Rhizokarpen*, ja selbst noch höhere Lebenskreise wie z. B. die Cyperaceen, Palmen u. a. beweisen, sondern der Zustand der Reife und Regermination in zwei Gebilden noch so sehr auseinander liegt, dass selbst der Embryo bei den Rhizokarpen noch nicht wie im Samen des höhern Gewächsreichs mit der Samenknospe sich einigt, so sinkt dieses Gebilde, wie die Fruchthülle der Cyperaceen oder das Eisäckchen der Rhizokarpen zur reifen Hülle ohne die Kraft der Regermination und Reproduktion von Samenknospen aus sich selbst zurück oder in ein Staminodium, welches auch bei den Cyperaceen ausser der eigentlichen staminodienartigen Fruchthülle in dem sog. Utriculus, z. B. bei Carex, vorkommt, obwohl er von Manchen, wie z. B. Schleiden, nach dem Vorgang von Rob. Brown irrig für ein Perianthium gehalten wird. Wie Same mit dem Embryo in diesen Fällen aus der gemeinsamen Grundlage hervorgeht, aus der das Karpell aufsprosst, eben so erscheint die Knospendecke der Ophioglosseen als ein solcher staminodienartiger Utriculus (Karpellhülle) oder als eine an und für sich leere Fruchthülle während die Knospe für sich besonders im Grunde dieser Hülle hervorgeht. Dieselbe Erscheinungsweise durch Differenzirung im karpellartigen Typus bewirkt auch die Ueberführung des Stengelchens in die Gegensätze von gemeinem und von Fruchtwedel. Das Karpell besteht nämlich aus

zwei Hälften, wovon die eine äussere peripherische oder die sog. imaginäre Mittelrippe vorzugsweise dem Zustande der Reife und Keimlosigkeit angehört, so dass keine Produktion daraus hervorgehen kann. Die andere Hälfte, welche vorzugsweise den centralen Theil des Blüthenreceptakels und Karpellvereins einnimmt und die sog. imaginären Blattränder vorstellt, gehört dem Zustande der Ueberreife und Regermination an, so dass hier nicht nur die höchste Expansion, ja die Auftrennung zu sog. Blatträndern, sondern auch die Reaction zur erneuten Produktion in Samenknospenbildung einkehrt. Beide höchsten Gegentriebe sind zwar im Karpell nach dem äussern und innern Pol geschieden, aber dennoch oft in *einem* Ganzen organisch verbunden. Allein in dem Stengelchen der Ophioglosseen kann diese Innigkeit nicht behauptet werden, sondern die karpellartige Differenzirung bewirkt die Scheidung in zwei verschiedene Gebilde. Das eine äussere peripherische Gebilde, in welchem vorzugsweise die äussere Germination, die Expansion, der Zustand der Reife, der Entäusserung und Keimlosigkeit herrscht und das der Hülle und Mittelrippe des Karpells, so wie dem blattartigen Zweiglein des Isoëteensporokarps entspricht, wird dadurch zur Blattscheibe, welche, indem allmählig in folgender Gradation eine weitere Umbildung einkehrt, zum gemeinen Wedel herangebildet wird. Die andere innere centrale Karpellhälfte des Stengelchens, welche der Frucht mit dem Mittelnerv des Isoëteensporokarps entspricht und die Placenta des Karpells vorstellt, erhebt sich zum axenartigen Fruchtträger oder Sporokarp der Ophiogloseen, wovon unten weiter gehandelt werden wird.

Dass aber die *Knospendecke* der Ophioglosseen

den oben dargestellten Ursprung aus einem in höchster Reife untergehenden Sporokarp hat oder als staminodienartiger Utriculus (Urceolus) wie bei vielen Cyperaceen erscheint, können auch schon solche Fälle der Erscheinungsweise derselben darthun, dergleichen Roeper (s. dess. zur Flora Mecklenb. S. 107) anführt, nach welchem die dem Wurzelstock aufsitzenden, den Stengel der Botrychien an seiner Basis umhüllenden, schuppenähnlichen Theile vertrocknete Ueberreste früherer Schäfte sind, deren vorigjährige und vorvorigjährige gleichfalls vertrocknete Wedel jenen schuppenähnlichen Ueberresten noch aufsitzen. Zum Beweis dieser Behauptung verweisst er auf die Abbild. Fig. 3 in Strempels Filic. Berol. synops.

Auf die Reife und Erschöpfung der staubgefässartigen Grundlage, da diese auf ein *Staminodium* reducirt ist, sollte die pistillartige Regermination in Produktion von Samenknospen erfolgen, ähnlich wie in den an und für sich gehaltlosen staminodienartigen Eisäckchen der Rhizokarpen oder in den staminodienartigen Perikarpien der Palmen, Cyperaceen u. a. die Samenknospen erscheinen. Allein wie nicht einmal in der höhern Vegetation auf dem Stengelchen selbst der Fruchtträger (Fruchtwedel), der ursprünglich im Wesen einer Placenta erscheint, wahre Samenknospen erzeugen kann, sondern in den niederen Zustand eines Sporokarps zurücksinkt, so nimmt in der noch niederern Vegetation der Zustand der Aeusserlichkeit und äussern Abhängigkeit noch mehr überhand. Daher kommt es, dass statt der Axenorgane mit vorherrschender Innerlichkeit als Samenknospen und Samen hier gemeine *Knospen* sich ansetzen. Da dieser Knospenansatz auch eine Placenta wie bei den Samen voraussetzt, so ist daraus erklärlich, dass in

manchen Fällen *mehrere Knospen* wie proliferirend oder in einander eingeschachtelt erscheinen, so wie die Samen am Spermophorum oder der Placenta im Allgemeinen in der Mehrzahl vorkommen. Dennoch entwickelt sich jährlich nur *eine* (seltener zwei) *Knospe* zu *einem Stengelchen* auf der Spitze des Stockes, welches zugleich eben so sehr Fruchtträger (Strunk des Fruchtblattes) als Blattstiel (Strunk) des gemeinen Blattes oder Wedels ist. Denn die Differenzirung, die wie eine Verzweigung oder Vergabelung des Stengelchens erscheint und von der Spitze ausgeht, konnte noch nicht bis zur Basis durchgeführt werden. Nur in sehr seltenen Fällen, wie z. B. bei Ophiogl. ypanemense *Mart.* (iconn. plant. crypt. brasil. tab. 49) geht die Trennung bis zur Basis des Stengelchens.

Da auf dieser Stufe noch die Reife, Entwicklung und Eile zur äussern Germination so sehr vorherrscht, so können sich innerhalb dieser Knospendecken *oft* keine *eigentlichen Knospen* oder wahren *Keimgrundlagen für Zweige* im rudimentären Keimzustand ansetzen, sondern es kommen wie in der Erscheinung der Blüthentheile der Phanerogamen selbst oder wie innerhalb der Fruchthüllen der Rhizokarpen u. s. w. schon *embryenartige Pflänzchen im Kleinen* vor, bei denen alle Theile (Blätter und Blüthen) des Pflänzchens (Stengelchens), welches im nächsten Jahre zur vollen Entwicklung gelangt, im Ansatze nach deutlichen Umrissen leicht unterscheidbar vorgebildet sind, so dass also verjüngte Stengelchen oder Zweiglein sich innerhalb der Knospendecken ansetzen, wovon solche Pflanzenarten, wie die Mondraute (Botrychium Lunaria *Sw.*), *lebendig gebärend* genannt wurden.

Der *Wedel* oder das *Blatt* (blattartige Zweig)

der *Ophioglosseen* zeigt, obwohl diese Familie nur eine geringe Zahl von etwa 20 Arten enthält, dennoch eine grössere Mannigfaltigkeit als in jeder andern Familie dieser Ordnung. Er stammt wie der blattartige Zweig der *Isoëteen* von der offenen *Fruchthülle,* da in dieser wieder, wie dort, grossentheils die äusserliche Germination, die Form der Reife und Expansion über die Innerlichkeit und den Embryozustand mit seiner Verschlossenheit überhand nimmt. Da er demnach jener äusseren Hälfte der Fruchthülle oder dem blattartigen Zweig des in die Karpellartigkeit übergehenden Sporokarps der Isoëteen entspricht, welcher vom innern centralen die Placenta enthaltenden Theile getrennt erscheint, so ist die Grundlage beider Organe, da sie ursprünglich *eins* waren, nicht nur noch ungetheilt als Stengelchen hier vorhanden, sondern das Ophioglosseenblatt schreitet weiter in die *karpellartige* Entwicklung fort, die jener Isoëteenzweig *begonnen* hat, und erscheint damit auch als *offene Karpellhülle* oder *phyllodienähnlich expandirtes Zweiglein petaloïdisch.* Darum finden sich in seltenen Fällen auch die gemeinen Wedel wie einzelne Petalen bei halbgefüllten Blumen mit einzelnen Sporenbehältern am Rande besetzt, wie z. B. bei Botrychium. Das Blatt geht auf dem Eingang der Familie meist ungestielt aus dem Stengelchen hervor, dasselbe öfters halb umfassend, bald in der *Mitte* desselben, bald etwas über, bald unter derselben. Hinsichtlich seiner Form erscheint es als eine einfache, ganzrandige, meist von mehreren Gefässbündeln in gerader Richtung der Länge nach durchzogene Platte *ohne Mittelrippe* (Ausnahmen wie Oph. costatum abgerechnet), etwas zungenförmig, obwohl kaum so lang als der blatt-

artige Zweig der Isoëteen, im Allgemeinen wie das Stengelchen völlig kahl und glatt, ohne Spreuschuppen (selten etwas behaart), jedoch mit Spaltöffnungen versehen. Bald ist dieses Blatt nur sehr schmal und fast linienförmig (z. B. Oph. graminеum), bald lanzettlich, bald länglich zungenförmig. Wo aber die reichlichere Produktion in ihm einkehrt, wird seine Basis zugleich mehr expandirt, so dass es in's Ei-, ja sogar in's Herzförmige fortschreitet. Gewöhnlich kommt nur eines, sehr selten zwei oder mehrere auf einem Stengelchen vor (wie z. B. Helminthostachys). Da für den letzteren Fall schon eine aus offenen Karpellhüllen zusammengesetzte Frucht als Blattwesen des Stengelchens vorausgesetzt ist, so hat man sich in diesem den Fruchtträger im Typus eines Spermophorum centrale der Kotyledoneen erscheinend vorzustellen. Da ferner auf dieser Stufe der Fortschritt aus der petaloidischen und staubgefässartigen Erscheinungsweise, worin die Reife, Aeusserlichkeit und Expansion noch vorherrscht, in die Formen der *pistillartig* vermehrten Innerlichkeit und höheren Axenartigkeit, worin sich Reife und Regermination gegenseitig durchdringen, mit grösserer Stärke einkehrt, so tritt damit auch die vermehrte Produktion und materielle Zunahme in dem blattartigen Zweig (Blattorgan) der Ophioglosseen hervor. In diesem pistillartigen Fortschritt zur erneuten materiellen Zunahme ist schon die fleischig saftige Substanz dieser *Blätter* im Gegensatze gegen die dünnere trockenere Consistenz der Blätter der eigentlichen Laubfarne, wozu hier der Grund gelegt wird, von Bedeutung und sticht auch gegen die straffe, zerbrechliche Natur der Isoëteenzweige sehr auffallend ab. Roeper, welcher (zur Flora Mecklenb. I. S. 106)

die *Ophioglosseen* hievon *Saftfarne* zu nennen vorschlägt, bemerkt, dass er das eigenthümlich saftige, Chenopodiumblattartige der Ophioglossum- und Botrychium-Arten bei keinem Ringfarne gefunden habe. Indem daher wie im Pistill eine vermehrte Ernährung, ein reichlicherer Säftezufluss eintritt, so erhebt sich zwar schon, obwohl selten, bei Ophioglossum (z. B. Oph. nudicaule) das Blatt auf einem kleinen Stielchen. Vorzüglich aber wächst gegen das Ende der Familie hin wie insbesondere in Botrychium und Helminthostachys nicht nur ein *starker Strunk* mit einer *mittelrippenartigen* Fortsetzung zwischen den beiden Blatthälften heran, sondern es kehrt auch die höhere Reife in Verzweigung und Theilung in das Gebilde ein. In diesem Fortschritt zur materiellen Zunahme rückt auch die Basis des Wedels an den Grund des Schaftes mehr gegen das Rhizom (die Quelle vermehrter Produktion) hinab, während das Laub von Ophioglossum im Allgemeinen aus der Mitte des Schaftes seinen Ursprung nimmt. Auch dieser Vorgang stimmt mit dem Fortschritt der Produktion aus der staubgefässartigen Erscheinung, welche die erneute Produktion auf der Spitze (in Antheren) ansetzt, in die karpell- oder pistillartige überein, wo sich die vermehrte Produktion nach dem Grunde des Organs (dem Fruchtknoten) hinabgezogen hat.

Dieser Fortschritt zu gegenseitiger Durchdringung von höherer Reife und vermehrter Reproduktion in diesem Gebilde steht daher in dem allgemeinen Gesetze des *pistillartigen* Lebensprincips der Erscheinung dieser Familie. Daher tritt auch die äussere Erscheinung, wie allgemein in den folgenden Laubfarnen, schon hier in den Typus der *karpellartigen* Erscheinung, worin die Samen zweireihig erscheinen

und die laterale Produktion über die centrale, wie in den Samen der Frucht, überhand nimmt. Diess ist der *fiederschnittige* Typus in der Wedelerscheinung, welcher der karpellartigen Grundlage entspricht. Zwar ist diese fiederschnittige Erscheinung noch nicht allgemein bei den Ophioglosseen, indem die Reife mit der ungeregelten, ungeordneten Zertheilung noch wie z. B. in dem dreischnittigen gleichsam zerrissen mehrfach getheilten Blatte vorherrscht. Doch kommen schon Fälle vor, in welchen der geregelte Wechsel und die geordnete Folge von Blattexpansion und Axenartigkeit und somit die volle fiederschnittige Erscheinungsweise herrscht, welche in den folgenden Kreisen allgemein wird.

Der *Fruchtträger* der Ophioglosseen entsteht zwar ursprünglich, wie oben dargestellt wurde, als ein placenten- oder spermophorumartiges Axenorgan. Allein auf dieser Stufe ist diese Placenta noch keine wahrhaft innerliche, sondern erscheint noch in dem *sporokarpien- oder staubgefässartigen* Zustande. Denn *beide* Axenorgane der Verstäubung entstehen ursprünglich auch placentenartig. In dieser Annäherung an den Zustand des niedern Blüthentheils kann darum dieses Placentengebilde keineswegs die Natur und Beschaffenheit des höhern Blüthentheils mit vorherrschender Innerlichkeit und Centralität behaupten und erscheint somit wie das niedere Placentenorgan (Staubgefäss) sowohl *frei und offen*, als auch dem Entäusserungstrieb und der horizontalen Expansion preisgegeben. Daher auch dieser Fruchtträger, wie das Staubgefäss überhaupt so oft als Petalum zur Blattartigkeit herabsinkt oder wie bei der Corolla monopetala die petaloidische Hülle als Antherenträger dient, im Fortschritt der Lebensgeschichte dieser Familie

gleichfalls eine stufenweise Entwicklung zur Erscheinung im *wedelartigen* Typus erlangt. Diesem liegt auch die Natur und zweizeilige Produktionsweise der karpellartigen Placenta zu Grunde. Allein dennoch besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen dem gemeinen und dem Fruchtwedel darin, dass in diesem schon ursprünglich die *Axenartigkeit* und *Innerlichkeit vorherrscht.* Daher bleibt auch dieser Unterschied zwischen dem gemeinen und dem Fruchtwedel durch die ganze folgende Geschichte der Laubfarne hindurch. Beide Gebilde stehen als ursprüngliche äussere und innere (obere) Karpellhälften in einem gewissen Verhältnisse von *vorherrschender* Reife mit ihrem Zustand von Expansion und Aeusserlichkeit beim gemeinen Wedel und von vermehrter Reproduktion und *vorherrschender* Innerlichkeit beim Fruchtwedel, welches die Staubgefässe und Pistille selbst haben oder erscheinen als offene entleerte Hüllen und als solche offene mit Gehalt. Dieser Erscheinung der gemeinen und der Fruchtwedel in der Analogie der entgegengesetzten Blüthentheile der Kotyledoneen entspricht daher auch ihre entgegengesetzte Wesenheit, wonach der eine Theil, der gemeine Wedel, der *niedern* Vegetation zufällt, in der der Zustand der Reife und Gehaltlosigkeit, die äussere Germination und Entäusserung der Keimgrundlage herrscht, dagegen der andere Theil, der Fruchtwedel, zur Stufe der höhern Vegetation fortschreitet, worin die gesteigerte Reife oder Ueberreife die Reaction des Erhaltungs- und Regerminationstriebes zur Folge hat, somit den Zustand der Zurückziehung und Verschliessung des durch innerliche Regermination erneut angesetzten Keimgehaltes in Hüllen herbeiführt, wodurch dieses höhere Gebilde seine Natur als Fructifi-

cationsorgan erlangt. Aus diesem Grunde hat das Fructificationsgebilde (Fruchtähre, Fruchtwedel) bei den Ophioglosseen, wo dieser blüthenartige Unterschied zwischen beiden *zuerst* einkehrt, eine grössere materielle Fülle und Masse, als der gemeine Wedel, wie die Karpelle im Vergleich mit den Staubgefässen. Allein bei den Ringfarnen, wo die Verzehrung durch die höhere Reife herrscht und darum die Gegenwirkung im *Rückzug* der Produktion zur innerlichen Keimansetzung gesteigert ist, wird der obige, quantitative Unterschied zwischen dem gemeinen und dem Fruchtwedel oft völlig umgekehrt, da mit der Schwäche und Erschöpfung des Entäusserungstriebs bei dem Fructificationswedel durch den Gegentrieb der Keimbildung die äussere Erscheinung abnimmt. Da aber diese beiden Hälften des ursprünglichen Karpells, nämlich Fruchtknotenhülle des Karpells und Samenträger oder Placenta nicht mehr *eins* sind und nicht mehr zu einem Ganzen zusammenschliessen, so ist nicht nur die Produktion der Sporenbehälter, welche den Samenknospen und Samen der höhern Gewächse hier entspricht und darum auch an der Spindel der Fruchtähre von Ophioglossum in zwei Reihen erscheint, verständlich, sondern auch wie es kommt, dass diese Sporenbehälter bei den folgenden Kreisen, wie schon meist bei den Ophioglosseen, auf der *untern* Seite des blattartig expandirten Axenorgans oder des Fiederstückes des Wedels erscheinen. Denn da der Fruchtwedel ursprünglich die innere obere Hälfte des Karpells oder die Placenta vorstellt und beim geschlossenen Karpell die Placenta oder sog. imaginären Blattränder des Karpells die Samen nach dem innern Raume des Karpells hängen haben (wie z. B. bei den Karpellen der sog. Multisiliquosen),

so ist diese *untere* Seite des Fruchtwedels beim ursprünglichen Fruchtgebilde oder Karpell, das in die zwei Hälften gespalten wurde, die *innere* dem Fruchtraume zugekehrte Seite. Die Spuren dieses gegenseitigen Verhältnisses des Frucht- und gemeinen Wedels, da sie ursprünglich ein einziges Organ und Gebilde ausmachen, sind auch in den Erscheinungen derselben bei den Ophioglosseen noch unverkennbar. Wir wollen hier unter Anderm nur auf die Gegenbeziehung derselben bei Botrychium Lunaria u. dgl. aufmerksam machen. Die einzelnen an dem Fruchtträger zweireihig fast fiedertheilig gestellten, die Sporenbehälter zweireihig tragenden, Aestchen des zusammengesetzten traubenartigen Fruchtzweiges derselben tragen ihre Sporenbehälter der *innern* Seite des fiedertheiligen gemeinen Wedels zugewendet, so dass auch beim Fruchtwedel die die Sporenkapseln tragende Seite oder Fläche hier noch die *innere* ist und erst bei der Auseinanderrückung der Wedel in der Vermehrung derselben an Zahl die ursprünglich innere die Sporenproduktion enthaltende Seite des Organs die äussere und untere wird.

Da der gemeine und der Fruchtwedel ursprünglich aus einem indifferenten Fructificationsorgan stammen, so erheben sie sich nicht nur bei den Ophioglosseen noch aus einer *gemeinsamen* Grundlage oder dem *gemeinsamen* Stengelchen, welches zugleich Strunk und Aehrenstiel des Sporokarps ist, sondern beide Gebilde haben unter einander noch *innigste Verwandtschaft* und *fast gleichartige Bildung*, so wie beiden daher auch der Charakter der *Axenartigkeit* zu Theil geworden ist, da sie eigentlich nur Zweige des axenartigen Fructificationsorgans sind. Indem aber das Stengelchen der Ophioglosseen anstatt

in die *karpellartige* Natur mit *innerlicher* Produktion vermöge des Lebensprincips dieser Familie fortzuschreiten in die *äussere* Produktion und den Zustand vorherrschender Aeusserlichkeit, welcher dieser ganzen ersten Klasse eigen ist, zurücksinkt, so wird aus der Placenta anstatt einer Axe mit Samen eine Spindel mit Sporenbehältern oder ein Sporokarp und die Produktion sinkt aus der Karpellartigkeit wieder in die Annäherung zum Zustande der Isoëteenfrucht zurück.

Diese Erscheinung entspricht daher auch dem Typus der monopetalen Korolle mit ihren Antheren, wie oben schon erörtert wurde. Denn auch die *Petalen* und *Perigonien* existiren ursprünglich nicht als *selbstständige* Organe, wie die Monopetalen beweisen, wo sie nur die phyllodienähnlichen Axen des Verstäubungsorgans sind. Wie sie in den Polypetalen durch die höhere Differenzirung selbstständig werden, eben so kommt auch diese Trennung und Selbstständigkeit der staubgefässartigen (Sporokarp, Fruchtwedel) und petaloidischen Gebilde (unfruchtbare Wedel) auf der folgenden Gradation der Entwicklungsgeschichte zu Stande. Wie die Petalen und Perigonien von den Blüthen stammen, so haben selbst die gemeinen Blätter ursprünglich vom Fructificationsorgan ihren Ursprung, wie wir schon bei den Equisetaceen nachgewiesen haben. In diesem Fortschritt aus dem vorzugsweise monopetalischen Erscheinungstypus der Isoëteenfrucht in den polypetalischen ist auch die Gestaltung des Stengelchens der Ophioglosseen im Vergleich mit der vorzugsweise expandirten Basis des Zweigs von Isoëtes verständlich. Denn auch bei den *Polypetalen* ist eine solche Umkehrung dieses Organs zu höherer Axenartigkeit aus dem expandirten Zustande vorgegangen. Nicht nur

hat das Staubgefäss der Polypetalen eine *axenartige* Basis, wie das Stengelchen, statt der *expandirten* Basis in der Monopetalen-Korolle, sondern die Petalen selbst erheben sich oft auf Stielchen. Diese Axenartigkeit muss daher in dem Stengelchen bei Ophioglossum noch um so grösser sein, als beide Organe noch nicht wie bei den Polypetalen bis zur Basis geschieden sind. Doch ist im Heranwachsen des Strunkes der getrennten Wedel dieses Verhältniss noch klarer ausgedrückt. Darum kann auch von einer *Verwachsung* der Wedelstiele im Stengelchen keine Rede sein, obwohl Roeper (Flor. Mecklenb. I. S. 57 und 107) wirklich eine solche bei Botrychium (wie Link in allen Polypodiaceen) behauptet und geneigt ist, den Mangel der vernatio circinnalis, wovon nur ein Anfang bei Botrychium wahrgenommen wird, dem, wie er meint, in geringerem Grade stets stattfindenden Verwachsen der Wedelstiele zuzuschreiben, welches dem Einrollen hinderlich sei!!

Auf dem Eingang der Familie (wie z. B. bei manchen Arten von Ophioglossum) erscheint der *Fruchtträger* als einfache, schmale, dicke Spindel (rhachis), welche connectivartig ein wenig expandirt ist, und an jedem Rande eine Reihe von zusammengesetztzelligen Sporenbehältern trägt wie ein *Spermophorum* des Karpells an den zwei imaginären Blatträndern, obwohl hier die Offenheit und Aeusserlichkeit herrscht und darum auch nur Sporenbehälter, noch keine wahren Samen producirt werden können. So sinkt die Frucht aus ihrer *karpellartigen* Grundlage in die Natur eines *Sporokarps* zurück. Dieses hat jedoch schon eine wesentlich verschiedene höhere Bildung und Gestaltung als das Sporokarp der Equisetaceen, da es auch, wie wir schon oben angedeutet

haben, aus einer höhern embryenartigen Grundlage hervorgeht als jenes. Denn wie in dem Equisetaceensporokarp die *embryenartige* Grundlage desselben, welche als Columella der Mooskapsel mit deren Innenhaut und Sporen erscheint, frei entwickelt in modificirter Gestaltung nach Aufbruch der Hülle (Blattscheide) hervortritt, eben so wächst das in der Marsileafrucht (wie wir dort erörtert haben) angelegte *embryenartige* Axenorgan als Zweig wie eine Inflorescenz (Fruchtwedel) bei den Ophioglosseen frei hervor, nachdem durch die übrigen Rhizokarpen hindurch (wie besonders bei Azolla) und in den Isoëteen dieser Fortschritt vorbereitet worden war. Denn da auf dieser Stufe die Früchte noch in die Natur von Knospen zurücksinken, so kann auch ihr Gehalt zu Inflorescenzzweigen oder Sporokarpien mit *offenen* Hüllen (Blattwesen) auswachsen. Wir sehen in diesen Vorgängen eine Fortpflanzungsgeschichte von Axenorganen aus Axenorganen, dergleichen bei den kotyledoneischen Pflanzen in der Erscheinung der Frucht überhaupt vorkommt, da aus diesem Organ die Samenknospen als Axenorgane oder rudimentäre Zweiglein und in diesen die Embryen entstehen, die gleichfalls axenartige Grundlage haben. Darum wird man dieselbe Metamorphose, die wir im Fortschritt der Mooscolumella zum Eqisetaceensporokarp und des Gehaltes der Marsileafrucht zum Sporokarp der Ophioglosseen nachgewiesen haben, auch noch in höhern kotyledoneischen Kreisen gewahr, wie wir insbesondere z. B. in dem Uebergang von der Frucht der Cyperaceen in die der Gramineen in einer andern Schrift darthun werden. Denn auch hier erscheint der Fruchtgehalt der Cyperaceen oder die central in der Frucht erscheinende Samenknospe

als ein embryenartiger Axenansatz, der in den Gramineen äusserlich hervortritt und zur Karpellfrucht entwickelt wird. Ja wir haben denselben Vorgang der Axenentwicklung aus der vorausgehenden *innerlichen embryenartigen* Grundlage auch schon bei den Characeen und Equisetaceen im Fortschritt aus der *elementaren* Keimgrundlage nachgewiesen, da aus dem Fruchtinhalt oder dem Sporenschlauch der *Characeen*, äusserlich und ohne Hülle vorgestellt, die Metamorphose des Schaftes der *Equisetaceen* durch äusserliche Germination dieser Spore erfolgt, ähnlich wie sonst bei den Akotylen der Proëmbryo hervorgeht, und so wie auf gleiche Weise in der fortschreitenden *innern* Axenbildung aus der Spore des Sporangiums (Mutterzelle) der *Equisetaceen* die gleichfalls innerlich erscheinende Samenknospe der Rhizokarpen durch innerliche Regermination entwickelt wird. Wie aber bei jeder Knospe der bei Sprengung der Hülle zum Zweig auswachsende innere Gehalt eine wesentlich modificirte Gestaltung in fortschreitender Entwicklung erlangt, so ist auch hier derselbe Unterschied wie zwischen Knospe und ausgewachsenem Zweig in der Verschiedenheit der innerlichen und äusserlichen Gebilde wie der Mooscolumella und des Equisetaceensporokarps, des Inhaltes der Marsileafrucht und des Ophioglosseensporokarps unverkennbar. Ja zwischen dem Equisetaceen- und Ophioglosseensporokarp besteht darum auch ein ähnliches Verhältniss von Fortschritt wie zwischen dem Inhalt der Laubmoosfrucht und dem der Marsileafrucht. Dieses Verhältniss ist ein ähnliches wie zwischen den Blüthentheilen der Kotyledoneen, da jene niedere, einfachere Bildung noch vorzugsweise im sporokarpien- oder staubgefässartigen, diese höhere im karpellartigen Typus

liegt. Es wird nämlich der Wechsel und die gegenseitige Durchdringung der höchsten Gegentriebe von Reife und wieder vermehrter Produktion herrschend. Darum wird auch in dem Fruchtträger von Ophioglossum derselbe Fortschritt zur karpellartigen Erscheinungsweise in der Wedelbildung eingeleitet, den wir oben im Fortschritt des einfachen Blattes der Ophioglosseen in den gemeinen Wedel nachgewiesen haben. Die Theilung und Verästelung beginnt, obwohl selten, schon bei Ophioglossum mit einer Spaltung der Aehre und geht hier und da in dem Fruchtträger sogar bis zur rispenförmigen Gestaltung, wie z. B. bei Helminthostachys und Botrychium. Allmählig wird der Träger breiter und blattartig expandirt, womit denn auch die Kapselchen sich mehr zur untern Fläche desselben hinabziehen. Doch bedecken sie bei Helminthostachys die Spindel auch nach beiden Seiten. Mit der zunehmenden materiellen Fülle des Trägers vermehrt sich auch die Zahl der Sporenbehälter, so dass sie wie bei Helminthostachys an einzelnen Punkten sogar zu 3—5, fast wie in soris, gehäuft vorkommen und dadurch selbst schon unter einander verwachsen, wie in den folgenden Marattiaceen.

Obwohl der *Fruchtträger* der Ophioglosseen *spermophorum*- oder *karpellartig* erscheint, so können dennoch jene Gebilde desselben, welche an der Stelle der *Samenknospen* erscheinen, die Keimbehälter, den Zustand der höhern *Innerlichkeit*, der *innerlichen* Regermination, der vermehrten Reproduktion und höhern Hüllenbildung, welcher den wahren Samenknospen und Samen eigen ist, noch nicht erreichen. Vielmehr sinken sie noch in die niedere Erscheinung von sog. *Sporenbehältern* (Antherenfächern) zurück, da die Reife und Aeusserlichkeit, also die *Receptakel-*

artigkeit über die wahre Pistillartigkeit bei diesen Gebilden vorherrscht. Dennoch kommt darum in der Hülle dieser Sporenbehälter schon eine *grössere Innerlichkeit* und *stärkere Hülle* vor als in denen der Lycopodiaceen und Equisetaceen. Diese Hülle ist nämlich hier viel dicker, derber und fester als bei den übrigen Familien dieser Klasse. Dieses Organ nähert sich durch diese Stärke der Hülle dem *ächt beringten Sporenbehälter* der Laubfarne, obwohl es äusserlich noch nicht die höhere Form der letztern erreicht, die, wie oben bei den Moosen dargestellt wurde, schon dem Typus der karpell- und samenartigen Hüllen nahe steht. Die Hülle des Sporangiums der Ophioglosseen besteht aus mehreren Lagen von Zellgewebe. Da diese Sporenbehälter ursprünglich statt Samenknospen entstehen, so hängen sie unmittelbar und ungestielt mit der Spindel zusammen, so dass sie eine zweizeilige Aehre bei Ophioglossum vorstellen. Darum sind sie noch eins mit der Spindel, in deren Substanz sie gleichsam nur wie knotige Auswüchse erscheinen, so dass die Hülle der Sporenbehälter aus dem Gewebe der Spindel hervorgegangen zu sein scheint, wie die Samenknospen ursprünglich zellige Auswüchse aus der Placenta sind. Erst später kommt wie im Fortschritt der Samenknospen zu Samen die vollere Ausbildung der Sporenbehälter zu grösserer Eigenthümlichkeit und Selbstständigkeit und damit sogar auch auf höhern Stufen ein Stielchen hinzu. Schon bei Botrychium und Helminthostachys treten sie etwas freier aus dem Gewebe des Substrates hervor. Sie sind im Ganzen von sehr geringer Grösse. Darin, dass diese Sporenbehälter sich auf der Spitze öffnen, ist ihr *samenknospen*- oder *blüthenreceptakelartiger* Ursprung und Charakter mit dem Zustande

vorherrschender Reife noch unverkennbar ausgedrückt, so wie sie eben darum auch höchst einfach und einfächerig sind. Ihre Oeffnung geschieht schon frühe und zwar durch eine Querspalte, so dass sie halbzweiklappig aufspringen. Diese Art des Oeffnens haben sie mit den Kapselchen der Lycopodiaceen gemein. Auch die Kapselchen der folgenden Marattiaceen und Osmundaceen haben eine ähnliche Oeffnungsweise auf der Spitze, so dass man diese Kreise mit den Ophioglosseen davon auch unter der Benennung „Spaltfarne" (schismatopterides oder rimatæ *Auct.* oder diclidopterides PERLEB) zusammengefasst hat. Daher gehen auch die *Sporenbehälter* der Laubfarne aus diesem Zustande vorherrschender Reife, Samenknospen- oder Receptakelartigkeit und Erschöpfung, die sie hier auf diesem Eingang zu jenem grossen Lebenskreise haben, nicht nur in die völlige und innigere Verschlossenheit auf ihrer Spitze bei den höhern Kreisen der Laubfarne fort, wie das Pistill der Kotyledoneen als eine Wiederholung der receptakelartigen Erscheinung oder wie die Samenknospe im Fortschritt zur Samenbildung, sondern erlangen auch den Zustand vermehrter Hüllenbildung und erneuter Gipfelproduktion, wie die Samenknospen überhaupt im Fortschritt zu Samen oder wie Karpelle im Vergleich mit Staubgefässen und Blüthenreceptakeln. Doch hievon wurde von uns schon bei der Erörterung der Natur des sog. Ringes der Mooskapsel gehandelt.

Die *Sporen* sind hier alle unter einander völlig gleich, staubfein, und ohne Unterschied der Grösse von tetraëdrischer oder dreiseitig pyramidaler Gestalt, mit abgestumpften Ecken, glatt oder höckerig rauh und in der Vielzahl in jedem Sporenbehälter vorhanden. Der Vorgang des *Keimens* ist noch nicht vollständig

genau beobachtet und beschrieben. Doch ist so viel gewiss, dass sich aus der keimenden Spore ein Proëmbryo entwickelt. Dieser *Vorkeim* soll nach SPRENGEL (Grundz. d. wissensch. Pflanzenk.) bei Botrychium Lunaria ein grünes gelapptes Lager darstellen, nach MEYER Pr. Pf. überhaupt bei den Ophioglosseen schon wie bei den Laubfarnen als ein nierenförmiges, blattartiges Lager erscheinen, aus dessen Einschnitt sich der Stengel erhebt.

Der Zusammenhang der Formgeschichte des *Fructificationsorgans* von den *Characeen* und *Equisetaceen* an bis zu den *Ophioglosseen* gewährt eine sehr interessante instructive Entwicklungsgeschichte dieses Organs. In diesem Gemälde erscheint die Frucht der *Characeen* als *Spore*, welche in den *Equisetaceen* zum *Sporokarp* aufgekeimt ist. Dieses Sporokarp geht bei den *Rhizokarpen* zur Differenzirung in Vermehrung mit Staubgefässen und Karpellen, obwohl dieser Dualismus hier noch nicht völlig durchgeführt werden kann. Damit kehrt aber die Fortpflanzungsgeschichte desselben ein, so dass das Sporokarp, wie es in die differenten Blüthentheile untergegangen ist, wieder erneut innerlich in der Rhizokarpenfrucht angesetzt und in vermehrter Grundlage und höherer Bildung reproducirt wird, wie vor Allen Azolla bewies. Dieses Sporokarp tritt daher als erneutes Axenorgan oder Zweiglein in den *Isoëteen* und *Ophioglosseen* hervor. Wir können daher die *Ophioglosseen* nicht verlassen, ohne vorher auf die *axenartige* Natur der Grundlage sowohl des gemeinen als des fruchtbaren Wedels, welche hier und in den *Isoëteen* gelegt wird, nochmals aufmerksam zu machen. Denn

diese Axennatur ist wie z. B. in dem Fruchtträger und Stengelchen der *Ophioglosseen* und in dem blattartigen Zweig der *Isoëteen* unverkennbar. Erst *später* kommt die blattartige Beschaffenheit durch die höhere Reife und Expansion hinzu. Immerhin *herrscht* aber in dem Strunk und der Nervation des Wedels die *Axenartigkeit* bei den *Laubfarnen vor*, bis er in den *Palmen* diese axenartige Grundlage verliert und dann erst allmählig völlig blattartig wird. Obwohl wir die *Axennatur aller Fructificationsorgane* überhaupt schon im Eingange dieses Buches (so wie im ersten Heft der Einleitung in die Akotylen S. 39) als auch die des Sporokarps und des Staubgefässes insbesondere bei den *Equisetaceen* dargethan haben, so sehen wir uns dennoch hier der Wichtigkeit des Gegenstandes wegen veranlasst, einige Erläuterungen, zumal aber über die Natur des *Pistills*, in Kürze beizufügen, um unsere Lehre darüber zu vervollständigen und vor Missverständnissen zu bewahren.

Wenn Goethe zu Ende des vorigen Jahrhunderts (1790) schrieb: „Die zusammengesetzten Fruchtgehäuse erklären sich aus mehreren *Blättern*, welche sich um einen Mittelpunkt vereinigt, ihr Innerstes gegen einander aufgeschlossen und ihre Ränder mit einander verbunden haben", so möchte ein solches vom *äussern Schein* hergenommene Urtheil bei einem Dilettanten in dieser Disciplin einige Entschuldigung ansprechen dürfen. Allein, wenn in *allen*, selbst den renommirtesten, bot. Lehrbüchern *unserer Zeit* *),

*) Sogar jetzt noch (1847) lässt Prof. Schultz in Berlin, obwohl er ein Buch, betitelt: „Neues System der Morphol. d. Pfl." schrieb, diesen *wichtigsten* Gegenstand der eigentlichen Wesenheit der Blüthen, auf dem das Ganze der *wissenschaft-*

deren Verfasser zum Theil als Coryphäen der Wissenschaft glänzen, derselbe Satz, dass der Fruchtknoten (ovarium) aus einem *Blatt* (Stengelblatt) besteht oder aus mehrern *Blättern* zusammengesetzt ist, welche auf den eingerollten *Blatträndern* knospenartige Körperchen (Eilein) entwickeln, dass die Bauchnaht dieser *Blätter* gegen die Achse der Blüthe gekehrt die eingerollten Blattränder enthält, dagegen

---

lichen Botanik und das *oberste Princip* der Metamorphosenlehre beruht, in grosser Unbestimmtheit völlig unentschieden oder hat ihn vielmehr durch einen Schwall von neuer, höchst überflüssiger, zum Theil widernatürlicher oder barbarisch klingender, Terminologie in noch grösseres Dunkel und Verwirrung gestürzt. Denn so kann man z. B. ausser Anderm bei ihm (s. a. O. S. 102) lesen: „In der Staubfädenphytodomie kehren so verschiedene Grundtypen der Anasymphytose wieder, als in der Anaphytose der ganzen Pflanze überhaupt. Dies bringt die Individualität ihrer Entwicklung mit sich. *Es gibt Staubgefässe, die blos aus stengelartigen Gliedern, andere, die aus Stengeln und Blättern zugleich, wie eine ganze Pflanze gebildet sind, obgleich bei andern wieder ein Blatttypus* vorherrscht. Dass bei C. H. Schultz darum auch die Karpelle Blätter sind und alle Axennatur der Samenträger bestritten wird, ist eine consequente Folge der unsichern Theorie seines ganzen Systems. Ist ja doch schon der Hauptsatz, den er (s. a O. S. 194) als Erklärungsprincip an die Spitze seiner Phytodomie der Früchte stellt, irrig, der da heisst: *„Die Samenträger bilden in den wahren Früchten gewissermassen die Fruchtwirbelsäule, von welcher die Entwicklungsformen der übrigen (parakladischen) Theile der Frucht ausgehen und geleitet werden.“* Denn dass dieses Verhältniss *gerade umgekehrt* ist, kann man schon bei jeder Umwandlung von Staubgefässen in Karpelle wahrnehmen, da die Samenträger (Placenten) von den parakladischen Theilen *ausgehen*, und die Karpellhülle, welche zur Fruchtklappe heranwächst, früher und primärer Erscheinung ist, während die Samenträger secundärer Erscheinung sind.

die Rückennaht den Mittelnerv des Fruchtblattes vorstellt u. s. w., so müssen wir darüber den Botanikern Goethe's Worte zurufen:

„Getretener Quark
Wird breit, nicht stark."

„Aber das Falsche macht sich dennoch *dadurch* stark, dass es oft und viel wiederholt wird, als ob es wahr wäre."

Abgesehen davon, dass überhaupt die Vegetation der *Fructificationsorgane* durch *innovirende Gipfelansätze, Gipfelknospen*, vor sich geht, wie schon von den Staubgefässen und Equisetaceensporokarpien klar ist und wie es jede Umwandlung von Staubgefässen in Karpelle hinlänglich beweist, woraus hervorgeht, dass eine solche Vegetation *nicht blattartig*, sondern axenartig sein muss, so müssten doch sicherlich auch beim *gemeinen Blatt* der Pflanzen selbst *verwandte* Erscheinungen vorkommen, wie bei dem *Fructificationsorgan*, wenn dieses ein Blattorgan wäre. Wer hat aber je bei einem gemeinen Blatte auch nur entfernte Spuren von einer ähnlichen Erscheinung wie bei jenem, wahrgenommen?! Wo wächst ein Blatt in innovirenden Gipfeltrieben, wo hat eines eine Einrollung seiner Ränder und Knospenerzeugung daran, oder wo ist das innere Parenchym der Blatthälften so ausgehöhlt, dass auch nur eine entfernt ähnliche Erscheinung sich *innen* ansetzte, wie in den Antherenloculamenten oder Sporenkapseln die Keimkörner oder in den Pistillen die Samenknospen und Embryen?? Da ferner das Blattwesen des Gewächsreichs mannigfaltig ist, so fragt es sich, welcher *Blatttypus* denn dem sog. Fruchtblatte zu Grunde liegen solle? Entweder müsste jedem Fruchtblatt der Typus des Blattes seiner *eigenen* Pflanze zu Grunde liegen, was

schon im Widerspruch mit der wirklichen Erscheinung steht, indem keine solche Uebereinstimmung beider Organe bei den einzelnen Pflanzen nachgewiesen werden kann; oder es müsste doch dem sog. Fruchtblatt als *höchstem* Blatt der Pflanze der *vollkommene Blatttypus*, also das *Dicotylenblatt*, zu Grunde liegen. Allein, dass es *dieses nicht ist*, geht schon daraus hervor, dass das sog. Fruchtblatt und das Dicotylenblatt alle Verhältnisse in umgekehrter Erscheinung haben. Die Basis des Dicotylenblattes hat den Stiel, während der Fruchtknoten bei den Botanikern, oder die Fruchtbasis, als Blattfläche gilt u. s. w. Daher verfielen die Botaniker auf den Typus des Monokotylenblattes, den sie ihrem Fruchtblatte zu Grunde legen wollen. Schleiden (s. dess. Grundz. d. wissensch. Bot. II. S. 314) behauptet: „Der aus einem Fruchtblatt sich bildende Fruchtknoten entsteht wie ein *Blatt*, das sich flach ausbreitet und dessen Ränder von unten nach oben allmählig verwachsen; der untere (Scheiden-) Theil, zu einem hohlen Körper verwachsen, bildet die Fruchtknotenhöhle, der obere, nicht verwachsene, frei ausgebreitete Theil (die Blattscheibe), bildet die Narbe, der mittlere Theil (Blattstiel), wenn er vorhanden ist, zu einer unten mit der Fruchtknotenhöhle communicirenden und am Anfang der Narbe sich nach aussen öffnenden Röhre verwachsen, den Staubweg. Demnach läge hier das *Monocotylenblatt* (wie z. B. das der Gräser) zu Grunde. Abgesehen von allen andern Einwendungen, die dagegen erhoben werden können, wie z. B. warum die Karpelle, die doch eine höhere Entwicklung sind als die Staubgefässe, einem *niederern* Blatttypus angehören sollten als *diese*, die doch offenbar, wenn man sie sich als Blätter vorstellt, im Typus des Dicotylenblattes erscheinen, so wie

dass diese Vorstellung mit der wirklichen Erscheinung bei Umwandlung des Staubgefässes ins Karpell bei Missbildungen im *Widerspruch* steht, da sich die Blattscheide an der Basis bildet, dagegen die Bildung des Fruchtknotens des Karpells von der Spitze des Staubgefässes, vom Connectiv, als erneuter Gipfelansatz ausgeht, oder auch, dass die innere Struktur des Fruchtknotens eher einem Dicotylen- als einem Monocotylenblatt in Nervation analog erscheint, obwohl sie mit keinem ganz übereinstimmt, so ist uns hierin ein Gebilde gezeichnet, das den *Stiel*, wofür der Griffel hier ausgegeben wird, in seiner *Mitte* hätte. Und da dieser Griffel so oft abfällt, so hätte man ein Gebilde mit abfallendem Stiel, während es selbst mit der Pflanze verbunden bleibt. Bekommt aber, was so häufig ist, überdies der Fruchtknoten noch einen wahren Stiel an seiner Basis (gynopodium), so hätte man ein Organ mit *zwei* Stielen, einem untern, und einem in der Mitte! Welch' ein Trugbild Schleiden'scher Phantasie. Aehnlich so ist die Erklärung von Endlicher und Unger (Grundz. d. B. S. 611), obwohl diese viel allgemeiner und vager gehalten ist. Dennoch bietet sie ähnliche Blösen dar, so sehr sie auf Schrauben gestellt ist. Wo gibt es auch im Gewächsreich Blätter, die den Stiel zwischen dem Vaginaltheil und der Blattscheibe hätten! Denn der Vaginaltheil stellt ja selbst schon den Stiel vor. Ja er entsteht darum auch ursprünglich bei den Palmen aus dem Strunk des Wedels der Farne. Auch wird doch wohl nicht gar die Nebenblattbildung darunter gemeint sein sollen?

Da aber diese Botaniker, welche als Meister des Fachs anerkannt sind, so wie andere Coryphäen der Botanik, von diesem Vorgang keine, ich will nicht sagen genügende, sondern nicht einmal eine einiger-

massen leidliche Erklärung ungeachtet der Aufwendung alles Scharfsinnes und aller Künstelei zu geben im Stande sind, so muss denn doch diese Lehre auf schlechten Füssen stehen und schon dadurch zum Mindesten verdächtig erscheinen, obgleich sie als allgemeiner unzweifelhafter Glaubensartikel seit GOETHE's Darstellung gilt. Wir wagen es jedoch auf die Gefahr hin, als Ketzer verschrieen zu werden, dieses Dogma der bisherigen Botanik völlig umzustossen und diesen so wichtigen, fast höchsten Vorgang der Pflanze aus jenem niedrigen Zustande der gemeinen, aller gesunden Physiologie Hohn sprechenden, dem Pflanzenleben widernatürlich aufgedrungenen Vorstellung herauszureissen. Vielmehr soll dieser hohen Erscheinung zugleich dadurch ihre wahre höhere Natur und physiologische Bedeutung, so wie die ihr entsprechende Charakteristik zu Theil werden. Denn wo liegt in der Vegetation und Erscheinungsweise der gemeinen Blätter auch nur irgend eine Spur oder Andeutung zu dieser Idee und hohen Bestimmung, nach der sie zur Darstellung jenes wichtigsten höhern Organs erhoben werden könnten. Die Blätter gehören dem Zustand der Aeusserlichkeit und Reife der Pflanze an und können, *einmal* in diesen Entäusserungszustand übergeführt, nicht mehr zur Innerlichkeit und Produktion aus sich zurückschreiten. Sie erlangen nie und nirgends den *wechselnden* Zustand von Aeusserlichkeit und Wiederzurückziehung nach innen. *Dieser* Charakter des *Wechsels* von Entäusserung in Reife und von innerlicher Regermination und wieder vermehrter Produktion ist nur dem *Axenorgan* (Stamm, Stengel) mit seinem *fortgesetzten Wechsel* von Entfalten und Knospen, von Expansion und Contraktion, von Oeffnen und Wiederverschliessen, das eine entfernte

Annäherung an Systole und Diastole hat oder wie man diese Vorgänge noch weiter bezeichnen mag, eigenthümlich, keineswegs aber dem Blattorgan. Auf dem Grunde dieser unbestreitbaren Wahrheit behaupten wir, dass die Karpelle sowohl als Pistille überhaupt eben so wie die Staubgefässe *Axenorgane* sind. Aus dem Zustande der Offenheit und Entäusserung des Blüthenreceptakels führt die Reaction des Erhaltungstriebes diese Gebilde der Blüthentheile wieder zur Verschliessung und Herstellung der Innerlichkeit über, so dass die Pflanzungsknoten des Gewächses, welche in dem Blüthenreceptakel geöffnet wurden, in den Blüthen in vermehrter Anzahl wieder hergestellt und wieder verschlossen erscheinen, also schon hierin ein *Wechsel* von Oeffnen (Entfalten, Diastole) und von Wiederknospen in erneuter Innerlichkeit einkehrt. Auf die Destruktion des Pflanzungsknotens in der Erscheinung des Blüthenreceptakels folgt die Reconstruktion des Knotengebildes Behufs der Ansetzung und Bildung der Keime, und zwar im *Fortpflanzungsgesetz* von Wechsel des Untergangs und Wiederaufgangs in vermehrter Erscheinung. Jedes *Karpell* stellt daher ein *Axenorgan* oder *Zweiglein* vor, das durch die in ihm herrschende Reife und Erschöpfung auf ein *einziges Axenstück* zurückgesunken ist. Dieses ist aber meist mehr- oder vielmals in simultaner Produktion (in mehreren oder vielen Karpellen) wiederholt. Seltener ist diese Wiederholung in der Form des Aufsprossens vorhanden (Gliederhülse). Der *Fruchtknoten* (germen) entspricht daher dem *gemeinen Knoten* des Stengels (Blüthenreceptakel), der *Griffel* dem *Internodium (Zwischenknotenstück)* des Axenorgans und hat darum auch wie dieses vorherrschendes Sprossen in die Länge oder fehlt oft auch wie dieses, die

Narbe dagegen ist der *rudimentäre* Ansatz des *zweiten* völlig erschöpften *Knotens* des Axenstücks (oder verkürzten Zweigleins) und erscheint darum bald nur als schwaches Köpfchen oder Scheibchen, bald nur als einfache dünne Axenspitze.

Da demnach die Fructificationsorgane von der höchsten Reife und dem Untergange des Axenorgans durch dieselbe, also vom Aufbruch des Knotens oder dem Blüthenreceptakel ausgehen, so erscheinen sie urspünglich auch als solche blüthenreceptakelartige Endigungen schwacher embryenartiger Axenorgane (Axenstücke) oder als aufbrechende Knoten, wie z. B. in den Apothecien der Flechten, den Pilzfrüchten, Moosen u. s. w. Ja selbst die Frucht der *Rhizokarpen*, ist denn nicht auch sie noch ein solches Fructificationsorgan, welches in der Natur von einem *Blüthenreceptakel* nnd sogar von einem *gemeinen Knoten* selbst oder vielmehr von einem in *Knotengestalt* zurückgesunkenen *Zweiglein* erscheint, da sich *in* ihm ein embryenartiges Axenorgan (Sporokarp) wie eine *Axillarknospe* ansetzt, die in den Isoëteen und Ophioglosseen zur wirklichen Knospe und zum Zweig (Stengelchen bei den Ophioglosseen) auswächst? Darum haben auch die Staubgefässe, da sie den Sporokarpien nächst verwandt erscheinen, noch die Annäherung an diese Erscheinung in Gipfelproduktion und Gipfelknospe wie die Embryen überhaupt. Denn sie haben nur *ein* und zwar ein sehr schwaches Knotengebilde auf der Spitze als Anthere. Allein wie mit dem Fortschritt der Entwicklungsgeschichte die Gegensätze wachsen und sich die Gegentriebe zu gesteigerter Gegenwirkung herausfordern, so muss auch der ursprünglich embryenartige materielle Ansatz des Blüthenwesens (die Staubgefässe)

in diesem Fortschritt die Bewegung im Wechsel dieser Extreme und deren Durchdringung erfahren. Indem nämlich auf den Spitzen und in der Blüthenerscheinung der Pflanzen die höchste innerliche Reife herrscht, wodurch die Axen ausgehöhlt und als Blüthenreceptakeln aufgebrochen werden, so wendet die Lebensgeschichte in Reaction des Erhaltungstriebes gegen diesen Zustand der Reife und Erschöpfung zu erneutem materiellen Ansatz und zu vermehrter Wiederernährung um. Daher wird man diesen Gegensatz schon in dem Staubgefäss gewahr, da das Connectiv, welches mit der Mooscolumella gewissermassen verglichen werden könnte, mit dem Keimgehalt der Staubsäckchen diesem Lebensmoment angehört. Höher aber werden in der Karpellbildung die Gegensätze gesteigert. Denn hier tritt die Reife mit der Herrschaft des Expansionstriebes in viel höherem Grade auf. Um so stärker erhebt sich daher auch gegen diese Entäusserung die Wiederherstellung der Innerlichkeit, gegen die Erschöpfung die innerliche Regermination. Demnach muss die Vegetation der Blüthen die *höchsten Gegensätze* des Lebens durchwandern, da sie aus der Verschlossenheit des Axenorgans im Knoten in den Aufbruch des Blüthenreceptakels und von diesem in die wiederverschlossenen Knoten der Blüthenorgane fortschreitet.

Wie wir schon oben dargestellt haben, stehen die *Staubgefässe und Karpelle* zu einander in einem ähnlichen *Verhältnisse* wie die *Zweigbildung* des *ersten und zweiten Lebensabschnittes der Pflanze*, so dass z. B. das Staubgefäss einem Zweiglein des Rhizoms verglichen werden könnte, das an der Spitze die Keimfülle innerlich gegen die Entäusserung in Wurzelwesen zur Bewahrung im Knospenzustand concen-

trirt zusammenhält und wurzelknöllchenartig verdickt ist, während dem Pistill und dem Karpell schon der Typus eines höhern Zweigleins mit *mehr als einem* Knoten und mit Internodium zu Grunde liegt. Demgemäss findet sich hier nicht nur derselbe allgemeine Charakter und Gegensatz, den die Vegetation des ersten Lebensabschnittes zu der des zweiten hat, sondern die einzelnen Gebilde selbst werden von diesem Gegensatz durchdrungen und beherrscht. Im ersten Lebensabschnitt *herrscht* die *äusserliche* Germination mit ihrem Wurzelwesen *vor*, obwohl die *innerliche* Regermination als Produktion der elementaren Keime oder Wurzelzellchen im Embryozustand nicht ganz fehlt. Dennoch sind die Hüllchen oder Staubsäckchen für diese Keime noch äusserlich peripherisch. Darum geht auch das Staubgefäss im Fortschritt zum Karpell in seine völlige Entäusserung und in die äusserste Expansion über, wozu in ihm selbst, nämlich in der expansiven Gestalt seiner Anthere und seines Connectivs, schon der Anfang gemacht war. Allein gegen diesen Entäusserungszustand des Staubgefässes durch die Wirkung höchster Reife, wodurch es in den *Schein* von Blattartigkeit übergeführt wird, kehrt im Fortschritt zur Wiederherstellung des in Expansion des Connectivs aufgelösten *Knotens* der Anthere die Wiederverschliessung und erhöhte Innerlichkeit ein, woraus der *Fruchtknoten* mit seiner innerlichen Produktion von Samenknospenhüllen entsteht, während diese das Staubgefäss noch äusserlich hatte. Dessgleichen haben die Produkte in dem Gebilde mit höherer Innerlichkeit auch dieselbe Natur, wie die Embryen im Vergleich mit den Pollenkörnern beweisen.

Doch da wir in diesem engen Raum dieser Blätter keineswegs alle die wichtigen Verhältnisse, Beziehungen

und Charaktere des Blüthenwesens abhandeln und einen Theil davon schon bei den Rhizokarpen unserer Prüfung und Erörterung unterworfen haben, so wollen wir hier nur noch eines Hauptgegenstandes darüber erwähnen, welchen Zustand nämlich die dem *Blüthenwesen eigenthümliche Differenzirung* in den *einzelnen Blüthentheilen selbst* bewirkt. Denn auch in diesem Vorgange stimmt diese Erscheinung mit der niedern wie insbesondere der Produktion aus dem Knoten im Allgemeinen überein. Wie nämlich im Allgemeinen der gemeine Knoten aus sich zweierlei Gebilde entgegengesetzter Natur, Blätter und Zweige, producirt, so bringt auch das Blüthenreceptakel nicht nur zwei entgegengesetzte Gebilde von ähnlicher Verschiedenheit, die Blüthentheile, hervor, sondern diese selbst haben einzeln im Fortschritt ihrer Lebensgeschichte dieselbe Differenzirung in *vorherrschend* blattartige und *vorherrschend* axenartige Gebilde. Diese Differenzirung tritt im Fortschritt des Androphorums der Monopetalen (corolla monopetala) zur Erscheinung von selbstständigen Petalen und Staubgefässen bei den Polypetalen hervor. Eine ähnliche Differenzirung findet sich auch im Fortschritt der *Karpellentwicklung*. Diese erfolgt wie beim Verstäubungsorgan dadurch, dass das Gebilde immer mehr in den Charakter übergeführt wird, welchen die *Gesammtproduktion* über dem Blüthenreceptakel zeigt, so dass ihre Erscheinung unter demselben höhern Gesetze steht. Wie nämlich in der Gesammtproduktion des Blüthenreceptakels oder in der Einzelblüthe die peripherischen Theile, die Perigonien, Korollen und Staubgefässe vorzugsweise dem Zustand der Reife, Entäusserung und Expansion angehören und zum Theil in die phyllodienähnliche Beschaffenheit zurücksinken, dagegen die cen-

tralen Gebilde, die Karpelle oder das Pistill überhaupt, obwohl im Centrum des Blüthenreceptakels die höhere Reife herrscht, in den Zustand der Uebereife, der höhern Innerlichkeit, der innerlichen Regermination und vermehrten Produktion durch Reaction des Erhaltungstriebes gegen die *höhere Reife* übergeführt werden, so macht sich dieser Gegensatz und Unterschied der Erscheinung auf gleiche Weise in den *einzelnen Blüthentheilen selbst* geltend, wodurch jene höhere *Differenzirung* in Hülle und Gehalt hervorgeht. Denn auf dem peripherischen Theil dieser Organe herrscht die Reife, Expansion, Keimlosigkeit, auf der dem Centrum der Einzelblüthe zugekehrten Seite der Blüthentheile der verjüngte Ansatz und die erneute Germination. So hat die Corolla monopetala auf ihrem innern Umfang die Antheren (Placenten), während peripherisch die offene (Frucht-) Hülle herrscht. Eben so haben die Karpelle auf ihren peripherischen Polen in den Linien, die man für die irrig sogen. Mittelrippen der vermeintlichen Fruchtblätter gehalten hat, oder in den sog. Rückennäthen die vorherrschende Reife und Keimlosigkeit. Obwohl dagegen der Pol der Centralität der Karpelle ursprünglich wie das Centrum des Blüthenreceptakels die Reife, Aushöhlung, Expansion in höherem Grade hat als die peripherischen äussern Hälften oder Karpellrücken, wie schon die dünnere Beschaffenheit der Hülle des Karpells auf der centralen Seite und der Umstand beweist, dass hier das Karpell oft noch in zwei irrig sog. Blatträndern fast offen ist, so kehrt dennoch auf eben diesen der Centralität des Blüthenreceptakels zugewendeten Linien der Karpelle, in den sog. Blatträndern oder der Bauchnaht trotz der vorherrschenden Auflösung und Verzehrung, ja in

Reaction gegen dieselbe, die Herrschaft der Regermination ein, die wieder vermehrte Produktion und der erneute Ansatz von Samenknospen.

Allein bei *diesem* Grade der Differenzirung bleibt die *Karpell-* und *Pistillarerscheinung eben so wenig* stehen als die *Verstäubung* in dem Lebensmoment beharrt, welches sie bei den *Monopetalen* erlangt, oder als die *Zweigbildung* das niedere Lebensmoment des *Wedels* der Farne im höhern Gewächsreich festhält. Denn wie die Reife zunimmt und weiter um sich greift, so wird auch die höhere Kraft des Gegentriebs rege und diese drei Organe haben daher bei dem im Allgemeinen verwandten Charakter derselben auch einen ähnlichen Fortschritt ihrer Entwicklungsgeschichte Indem daher der Karpellverein und der Staubgefässkranz in der *beginnenden* oben beschriebenen Differenzirung, den die Karpelle auf den niedern Stufen und die Staubgefässe im Androphorum oder in der Corolla monopetala haben, eine *Stufe weiter* fortschreiten, so müssen sie in die nämliche *vollste Differenzirung* übergehen, welche auf die Wedelbildung der Farne in den Kotyledoneen einkehrt. Denn wie der Wedel aus seiner Zweig- und Axennatur, welche er ohnehin schon nicht mehr in vollster Erscheinung festhalten kann, schon bei den Palmen in die Eigenthümlichkeit der Blatterscheinung zurücksinkt, zugleich aber auch die Reaction des Erhaltungs- und Wiederherstellungstriebs aus diesem Untergang in Reife eine Regermination und vermehrte Produktion des *axillaren Zweigs* herbeiführt, so erscheinen nun statt des *einen* noch zwischen Axen- und Blattnatur *indifferenten*, einen *Mittelzustand* zwischen wahrem Blatt und wahrem axillaren Zweig vorstellenden

Wedels, in dem die Differenz zur Axen- und Blattartigkeit erst beginnt, aber noch nicht durchgreifend herrscht, *zwei differente* selbstständige, ja einander in Natur und Wesenheit entgegengesetzte Organe, nämlich das *Blatt und dessen axillarer Zweig*. Bei den Blüthentheilen tritt dieser Fortschritt der vollen Differenzirung im Allgemeinem wie in einem Sprunge auf, da z. B. in den Polypetalen eben so sehr als das Androphorum mit den Staubgefässen der Monopetalen in volle Expansion und Keimlosigkeit in der Erscheinung wahrer Petalen zurücksinkt, innerhalb dieses ersten peripherischen Gebildes der Reife (corolla polypetala) ein neuer (oder mehrere) Staubgefässkranz durch erneute Germination dem Centrum näher erscheinend verjüngt aufgeht. Dass die Stamina meist mit den Petalen und den Zipfeln der Corolla monopetala *alterniren*, kommt daher, dass sie ursprünglich, wie die Karpellplacenten von den Rändern der Bauchnaht, von den hier *von einander entfernten Rändern* der *offenen* Klappen (Petalen) ausgehen. Bei den Karpellen besteht diese volle Differenzirung, welche die Corolla polypetala als Verein von offenen Fruchtklappen im Gegensatze gegen die Stamina als Placenten zeigt, auch darin, dass die ursprünglichen Karpelle sammt ihrer Samenknospenproduktion durch Reife und Expansion in Keimlosigkeit und reine Hüllenbildung übergehen, so dass die Fruchthülle in diesem Zustand als eine an und für sich leere Hülle oder gleichsam wie ein Verein von verwachsenen Staminodien erscheint, dagegen im Centrum des Karpellvereins neu aufsprossende Samenknospenträger oder sog. Placenten gleichsam wie ein Pistill im Pistill neu aufgehen, welche durch Reaction des Wiederherstellungs-

triebs im Fortpflanzungsgesetz nachfolgen. Diese erneute centrale Produktion wird auch als sog. *Spermophorum liberum centrale* (seltener parietale) wie z. B. bei den Primulaceen, Caryophylleen u. s. w. bezeichnet. Aber nur *allmählig* gelangt die Entwicklungsgeschichte zu diesem vollen Gegensatze von peripherischer und centraler einander entgegengesetzten Produktion. Denn da die Spermophoren aus einer erneuten Germination in verjüngter Produktion wie die Samenknospen selbst hervorgehen, so setzen sie sich auch zuerst in jenen Linien und Richtungen an, wo die Samenknospen hervorwachsen, also hauptsächlich zuerst an den in die Fruchthöhle gekehrten sogen. Rändern der Karpelle, mit denen sie darum häufig als ein ununterscheidbares indifferentes Gebilde zusammenfallen. Daher liegt auch schon eine Mittelstufe des Uebergangs in das Spermophorum centrale liberum in dem sog. Spermoph. centrale adnatum, wo das centrale Gebilde gleichsam als ein Verein der samentragenden Klappenränder der Karpelle oder der sog. Scheidewände erscheint.

Dass mit diesem Ziele des Fortschrittes zur völligen Differenzirung und *Umkehrung* der Fruchterscheinung hinsichtlich ihrer peripherischen und centralen Beschaffenheit auch dieselbe *Umkehrung* des peripherischen und centralen Poles des Karpells endlich erfolgen muss, geht schon daraus hervor, dass das allgemeine Gesetz, welches das Ganze bestimmt, auch die Erscheinung der Theile, aus denen jenes ursprünglich hervorgeht, beherrschen muss. Auf der peripherischen Linie herrscht beim Karpell ursprünglich noch grössere Masse des Materials, während sie im centralen Pole schwach ist und erst allmählig durch Regermination und erneute Produktion aus der Er-

schöpfung sich erholt. Da nun aber dieses Verhältniss in's Gegentheil umgekehrt wird, so dass an der innern centralen oder der Bauchnaht des Karpells das Gegentheil der Entäusserung und Lösung, also die Wiederverschliessung, die Bindung und reichlichere Ernährung (die Axe der Placenta) einkehrt, so ist offenbar, dass diese Linie aus dem Zustande einer imaginären *Blattränder-Linie* in die Natur einer *Mittelrippe* des imaginären Blattes übergeht, dass dagegen der peripherische Pol des Karpells statt der Natur einer *Mittelrippe* die Scheidung zu imaginären *Blatträndern* erlangt. Diesen Charakter der Umkehrung der Pole durch Metamorphose eines jeden ins Gegentheil haben ausser andern insbesondere die Karpelle der *Rosaceen* und die *Hülse*.

Wir haben diese Wahrheit schon in unserer Schrift über die *Leguminosen* vorgetragen und dort S. 180 ff. die *Hülse* in dieser Beziehung als *Gegentheil* des Karpells der sog. *Multisiliquosen* dargestellt. Allein Hr. Schleiden glaubte mit aller seiner bekannten Virtuosität in pöbelhaftem Schimpfen darüber losziehen zu müssen, ohne nur oberflächlich zu prüfen noch gegen die von mir ausführlich und sicher begründete Wahrheit Gegengründe überhaupt, geschweige wissenschaftliche oder auch nur scheinbar haltbare vorbringen zu können. Derselbe schreibt (s. dess. gesammelte Aufsätze S. 98): „Abgesehen davon, dass schon aus der Stellung der Blüthentheile sich klar (wie so?) ergibt, dass beim Beginnen die eingeschlagenen Ränder des Blattes die eiertragenden sind, so hätte Hr. Eisengrein an einigen Bohnenknospen sich von der Nutzlosigkeit seiner mehrere Seiten langen Erörterung mit einer mässig starken Loupe überzeugen können." Freilich wer, wie Herr Schleiden, den Doctorhut

von drei Fakultäten hat, dem muss die Weisheit und hohe Wissenschaft beim flüchtigen Anblick einer Sache aus dem Hirn wie Minerva aus Jupiters Haupt mit einem Schlag gleichsam wie im *Traume*, hervorspringen. Und wie bescheiden trägt nicht jener Mann, der sich das GOETHE'sche Motto: „Ich bild' mir nicht ein, was Rechtes zu wissen", genommen hat, solche Träume von ihm vor! Difficile est, satyram non scribere. Ja es hat uns schon, als wir jenes so wichtige Ergebniss unserer Forschung über die Natur und Metamorphose der *Hülse* niederschrieben, die Ahnung ergriffen, dass es der Anfechtung solcher Leute unterliegen werde, die sogar durch das schärfste Mikroskop, sei es selbst eines von AMICI, PLOESSL oder PISTOR, mit dem leiblichen Auge ohne das geistige nichts sehen oder aus Rechthaberei, Vorurtheil und Befangenheit, um einem vorgefassten Wahne zu fröhnen, nichts sehen wollen und darum weder gründlich und umsichtig prüfen, noch die vorgetragenen Gründe erwägen mögen. Darum musste ich meine Erörterung über die Hülse mehrere Seiten meines Buches hindurch ausführen, um solchem Missverständnisse, sei es ein natürliches oder absichtliches, durch die grösstmöglichste Gründlichkeit in Beweisführung vorzubeugen. Dass nun Herr SCHLEIDEN den Gegenbeweis mit *seinem* flüchtigen oberflächlichen Ansehen einer Bohnenknospe führen zu können meint, fällt nicht unserer Darstellung zur Last. Wir haben dort eine grosse Menge von Fällen und Thatsachen angeführt, aus denen man sich von der Wahrheit unserer Darstellung auf's klarste überzeugen kann. So z. B. zeigen die so häufig wachsende, weit verbreitete Anthyllis Vulneraria u. dgl. viele andere auf's Deutlichste, dass der Stiel der Hülse und der Griffel un-

mittelbare Fortsetzungen der Samennaht und also der Mittelrippe sind. Allein, um mit Luther zu reden: „*Was helfen Lichter und Brill, wenn man nicht sehen will.*“ Denn hätte die Kritik redlich zu Werke gehen wollen, so hätte sie ohne Schwierigkeit gefunden, dass wir diese Lehre von Goethe, die *Hülse* sei ein *wahres Blattorgan*, obwohl wir sie citirten, *keineswegs* theilten, da wir ja in unserer Darstellung der Metamorphose der Hülse aus der Grundlage der Drupa durch die *Gliederhülse* hindurch hinlänglich die *vollkommene Axennatur* der Hülse auf's Klarste nachgewiesen haben. Denn ein solches Gebilde, das in erneuten Gipfeltrieben wie die Stengel und Schäfte in Knoten und Internodien aufsprosst, kann doch *kein wahres Blattorgan* sein, wie schon der gesunde Menschenverstand mit ein Bischen Logik zu fassen vermag *). Ohnehin haben wir dort gleichfalls schon die wahre Blattnatur im *gefiederten* Blatt der *Leguminosen* in *ganz entgegengesetzter Zunahme* des Wachsthums

*) Wenn man freilich, wie C. H. Schultz in dess. neu. Syst. d. Morph. d. Pflanz., die morphologische Fruchtentwicklungsgeschichte der Ordnung der Leguminosen sich so vorstellen würde, dass man die *Gliederhülse* wie jener (s. a. O. S. 204 und 205) durch Metamorphose aus der Phytodomie der *Hülse* erklären zu können meinte, indem, wie jener schreibt, „dazu nichts weiter gehöre, als dass die hypokladischen Anaphyta sich durch Scheidewände, welche die Knoten darstellen, gegen einander abgliedern“, so müsste allerdings aus solcher Vorstellung, zumal wenn sie consequent fortgeführt würde, nur Unrichtiges gefolgert werden, wovon z. B. auch dessen (s. a. O. S. 208) ausgesprochene Ansicht über die Natur der „Blattentwicklung der Hülse und die sog. gleichstrahlige Symmetrie der Lomenta“ nicht sonderlich weit entfernt sein möchte.

dargethan, indem bei diesem *gefiederten* Blatt die Reife von der Spitze ausgeht, da das Endblättchen das erste ist und die Produktion der Blättchenpaare abwärts an dem Blattträger durch erneute Germination nachkommt, so dass die Stipulæ zuletzt heranwachsen, wie insbesondere die an der Spitze durch Reife erschöpften Blätter und Blättchen der Vicieen beweisen, welche darum auch das gerade *Gegentheil* der *Wedelerscheinung der Farne*, die Axenorgane sind, enthalten. Die Hülse könnte also nur nach dem *äussern trüglichen Schein* ein *Blattorgan* genannt werden. Wie aber oft die gemeinen Axenorgane nach *allen* Seiten aus dem Knoten laterale Axenorgane (wirtelige Zweige) aussenden, so ist auch die Produktion der Samenknospen *nicht überall* an die Naht der sogen. *imaginären Blattränder allein gebunden*, was man nicht nur bei der Hülse, sondern auch sonst wahrnimmt, indem wie z. B. bei den Gentianeen, Papaveraceen, Nymphäaceen u. s. w. die *ganze innere Fläche* des *Karpells*, also auch die Linie der ursprünglichen sogen. *Mittelrippe*, Samen trägt. Wir behaupten damit nicht nur nicht im Geringsten Paradoxes, sondern etwas, das sonst im Gewächsreich nicht einmal selten ist, obgleich es in Herrn Schleidens verkehrte Theorie von Samenproduktion an den Rändern von Blattorganen nicht passt. Denn wem sollte wohl unbekannt sein, wie so häufig die im Kranz stehenden Karpelle, obgleich sie ursprünglich ihre sog. imaginären Blattränder in der Centralität des Blüthenreceptakels haben, dennoch in der innigsten Zusammenschliessung dieser Blattränderlinien durch Bildung der Placenten zu einem gemeinschaftlichen centralen Axengebilde (spermophorum centrale) übergehen, in welchem die den ein-

zelnen Karpellen angehörigen oft noch unterscheidbaren Partialplacenten durch erneute Ernährung verdickt *völlig hauptrippen-* oder *axenartig* geworden sind, so dass in ihnen keine Spur mehr von ursprünglicher Trennung in Blattränder vorhanden ist (Saxifraga, Hyoscyamus u. s. w.), während dagegen wie insbesondere in dem sog. *fachspaltigen Aufspringen (dehiscentia loculicida)* der Früchte, bei welchem bekanntlich die *Rückennähte* der ursprünglichen Karpelle der Frucht, zu dünnen schwachen Häuten expandirt, sich der Länge nach spalten (woraus die sog. Mittelklappen (mediastina DC.) hervorgehen) die eigentlichen ursprünglichen sog. Mittelrippen der Karpelle in Blatthälften mit *Blatträndern* aufspringend umgewandelt sind. Beweist dieser Vorgang nicht eine *noch grössere Umkehrung* der Natur der äussern peripherischen und innern centralen *Pole* der Karpelle in ihr *Gegentheil* als bei denen der Karpelle der Rosaceen und der Hülse vorkommt? Wer könnte aber bestreiten, dass derselbe Vorgang, der bei dem Karpellkranze in den einzelnen Karpellen des Vereins stattfindet, nicht auch bei dem einzelnen freieren Karpell wie bei den Rosaceen oder bei dem einsam erscheinenden wie bei der Hülse vorkomme, da dieses Karpell ja ursprünglich aus dem Vereine herstammt! Auch haben wir schon in unserer neueren Schrift: Einleitung zum Studium der Akolyledoneen Heft I, S. 39 *wiederholt* nachgewiesen, dass, wie bei der Corolla papilionacea im Vergleich mit unregelmässigen Kronen des übrigen Gewächsreichs, so auch in der Hülse die Verhältnisse der Pole in die entgegengesetzten umgekehrt werden, so dass an der Bauchnaht des Karpells die höhere Bindung und Ueberführung der imaginären Blattränder in die Natur einer Mittelrippe einkehrt,

also auf die in der Geschichte der Karpellbildung und an diesem Pole vorausgehende Scheidung und vorherrschende Entzweiung in Form von Blatträndern die Wiedervereinigung und innigere Verschliessung *nachfolgt*, was auch in der Jugend der Hülse im Fortschritt ihrer Bildung sichtbar erscheint, indem sie nach Schleiden's und Vogel's Beobachtung in frühester Jugend nach der Achse der Pflanze zu offen sein soll. Da wir die *Hülse* als *Axenorgan* behandeln, so ist in unserer Darstellung *keineswegs* behauptet, dass *wahre Blatträndер* in eine *Mittelrippe* oder in ein *Axenorgan* übergingen, was wir allerdings selber für ein Paradoxon halten müssten. Solche schale Theorien den Leuten vorzumachen, überlassen wir vielmehr Hrn. Schleiden, der sowohl in seinen Grundz. d. wissensch. Bot. als in seinen Beiträgen zur Botanik (gesammelt. Aufsätz.) die *Karpelle* als *wahre Blattorgane* darstellt und dennoch die sog. *Placenten*, welche ursprünglich und im Allgemeinen nichts anders als die *Blatträndер* (Bauchnaht) dieser *Blätter* sind, durch einen seiner Machtsprüche für *Axenorgane* ausgibt. Also *wahre Blatträndер = wahren Axenorganen*. Welch ein Pröbchen der unvergleichlichen Naturphilosophie von Herrn Schleiden! Uns ist nicht gegeben, *so* zu *philosophiren*. Daher haben wir uns dessen Ungnade zugezogen. Uns will es jedoch dünken, wenn Herr Schleiden über Naturphilosophie aburtheilt, dass dabei nicht mehr heraus kommt, als wenn der Blinde über Farben spricht, zumal wenn er sich mit seiner mathematischen Naturphilosophie brüstet, auf die wir Deutsche stolz sein dürften. Hat man vielleicht auch von Herrn Schleiden eine *mathematisch-naturphilosophische Botanik* zu erwarten, auf die wir Deutsche

stolz sein dürfen? Um aber auf dessen Theorie, dass die Samenträger (Placenten, Spermophoren) *selbstständige Axenorgane*, die Karpelle Blätter sein sollen, zurückzukommen, so ist sie für's erste *ihm* nicht eigenthümlich, sondern von Turpin entlehnt. Fürs zweite ist sie *irrig*, wie wir schon in dem obigen Widerspruche nachgewiesen haben und wie C. H. Schultz (s. dess. Neu. Syst. d. Morphol. d. Pfl. S. 195) durch viele andere Widersprüche, zu denen diese Theorie führt, bewiesen hat. Auch gibt derselbe in seiner Einleitung zum obigen Buche S. XVI sein Urtheil über die obige Schleiden'sche Theorie dahin ab: „Die künstliche Organographie nach den Anhangshypothesen, wie sie trotz alles Herumwühlens in den Widersprüchen derselben dennoch nach Turpin's Beispiel von Schleiden u. A. nachgeahmt wird, gibt noch verzerrtere Pflanzenbilder, als die künstlichen Ausgeburten, die ein Zimmermaler an die Wände malt, und die bunte Reihe terminologischer Formen, die am Ende in den Blattmetamorphosen sämmtlich wieder znsammenfliessen, lässt keine Regel und Ordnung in diesen Metamorphosen erkennen."

Doch unsere auf fester und sicherer Grundlage ruhende Darstellung der *Ordnung der Leguminosen* überhaupt und der Natur und Erscheinungsweise der *Hülse* insbesondere bedarf gegen obige grund- und gehaltlose Angriffe keiner Rechtfertigung. Indem wir daher etwas zu umständlich verweilten, eilen wir zum Schlusse, erlauben uns aber, *solchen* Kritikern noch für solche Untersuchungen den Ausspruch Goethe's zur Beherzigung zu empfehlen:

„Hier hilft das Tappen nichts, eh' man was Gutes macht,
Muss man es erst recht sicher kennen."

2) *Die Marattiaceen* (Poropterides *Spreng.*, Epiphyllospermarum Ray. (besser Hypophyllosp.) pars, Agyratæ *Bernh.* zum Theil). *Siebente Familie der Ordnung.*

Gattungen: Angiopteris Hoffm., Kaulfussia Blum., Danaea Smith, Marattia Swartz (Myriotheca Juss. genn., Celanthera Thouin).

1) *Allgemeiner Charakter der Erscheinungsweise.*

Rhizom perennirend, aufsteigend, selten baumartig; meist verkürzt und bisweilen (wie bei Arten von Danaea, Angiopteris) knollenartig verdickt, an der Basis abwärts Wurzelzasern treibend. Blätter (Wedel) gestielt 1 — 2fach fiederschnittig, selten gedreit, fruchtbare und unfruchtbare meist einander ähnlich mit lanzettlich verlängerten Blättchen, mit Spaltöffnungen ohne Circination und mit walzlichen Strünken. Knospen in der Basis von grossen lederartigen Schuppen. Sporenkapseln stiellos auf der Unterfläche des Sporophylls in zwei Reihen am Blättchennerv aufsitzend, häutig, lederartig, einfächerig ohne elastischen Ring, meist nakt, ohne Schleierchen, selten frei, sondern reihenweise unter einander zu einer scheinbar vielfächerigen Kapsel oder einem länglichen Häufchen verwachsen, jede einzeln

auf der Spitze oder zur Seite in einer Spalte oder einem Loche sich öffnend. Die Sporen sind staubfein ellipsoidisch.

2) *Lebens- und Formgeschichte.*

Wie die vorige Familie unter der Herrschaft des *Blüthenwesens* erscheint, so ist diese durch die Herrschaft des *seminalen* Lebensprincips metamorphosirt, da dies das nächste auf die Blüthenerscheinung folgende Lebensmoment der Vegetation ist. Die *Fruchtreife und Samenbildung* des Gewächsreichs hat *zwei* wesentlich verschiedene Stufen, welche allmählig in einander übergehen, nämlich: 1) den Anfang des Fortschrittes aus der Grundlage des Pistills in das üppige Aufsprossen, vermehrte Wachsthum und Ansetzen des innerlichen Gehaltes, der Samen, und 2) den Uebergang zur völligen Reife, den Stillstand des Wachsthums, die Entäusserung des Inhaltes in vollster Fruchtreife oder den Fortschritt zur Aussaat und äussern Germination des Gehaltes.

Da sich im Fortschritt des Lebens zur Frucht- und Samenerscheinung die Vegetationskraft in dieser Produktion concentrirt und ihre Thätigkeit zur vermehrten Erscheinung aus dem gesunkenen Zustand der vorausgehenden Erschöpfung erneut und erhöht, so entsteht daraus das merkwürdig rasche Wachsthum und die schnelle Zunahme des Materials in Vermehrung zur Massenhaftigkeit der Frucht, welche man bei dem vorgerückten Zustande derselben im Vergleich mit der früheren Pistillarerscheinung derselben wahrnimmt. Darum ist auch das äussere Aussehen, die Gestaltung, die Fülle und der Reichthum der Bildung der Früchte ausserordentlich verschieden von ihren früheren Zuständen. Den Anfang zu diesem

Charakter und Wesen dieser Ordnung im Typus der Fruchterscheinung findet man daher in der Vermehrungsgeschichte der *Ophioglosseenpflanze* und namentlich des Stockes derselben zu dem Zustande, in welchem die ersten auf dem Eingange der *Marattiaceen* stehenden Pflanzengattungen bald mit materiell gehäuftem knollenartig verdicktem (s. Mohl vermischt. bot. Schrift. S. 121), bald mit mehr aufstrebendem, ja sogar da und dort ans Baumartige grenzendem Stocke (Danæa, Angiopteris) erscheinen, so dass diese daher im Verhältnisse zur vorausgehenden Familie stehen wie die entwickelte Frucht der Gewächse zu den Blüthen überhaupt und zum Pistill insbesondere. Dieses Verhältniss ist aber noch auffallender und wunderbarer in dem Zustande der folgenden siebenten Ordnung dieser Klasse oder der eigentlichen Laubfarne im Vergleich mit der sechsten oder mit den Gonatopteriden, wovon schon im Eingange zu dieser Schrift die Rede war.

Da die Früchte Axenorgane sind, so erscheint der Fortschritt aus der Herrschaft der blüthenartigen Erscheinung in die Frucht nicht nur im Aufsprossen und Entwickeln der als Pistill erscheinenden Grundlage, sondern vorzüglich in der Zunahme und Erhöhung der *lateralen* Produktion (Samen). Daher ist zwischen Frucht und Pistill ein eben so grosser Unterschied in Massenhaftigkeit als zwischen einem aufsprossenden jungen Pflänzchen und einem herangewachsenen Stamme überhaupt. Daraus folgt auch die Zunahme der *Wedelbildung* der Marattiaceen *über* die der *vorausgehenden* Familie.

Wir haben in der Entstehung des wurzelartigen Stocks der Ophioglosseen nachgewiesen, wie derselbe, obgleich er ursprünglich als Pistill in der

Pflanzenfamilie der *Isoëteen* erschien, dennoch schon bei den *Isoëteen* selbst zur Natur der gemeinen Axengebilde heruntersank, da er wie ein Blüthenreceptakel erschien und als Fruchtspindel die Sporokarpien mit ihren Blättern (Staubgefässe oder Antheren mit Petalen bei den Phanerogamen) producirte. Dieser Mittelzustand zwischen der niedern und höhern Vegetation, welcher ursprünglich wie in den *Characeen* an die völlige Indifferenz beider grenzt, beginnt aber schon bei den *Isoëteen* durch die Herrschaft des Blüthenwesens in die Gegensätze von Reife und innerlicher Produktion, von Blatt und Frucht fortzuschreiten. Allein bei den *Ophioglosseen* wird dieser Gegensatz nicht nur in den einzelnen Gebilden wie z. B. im sog. Stengel, der sich in einiger Höhe in Blatt und Frucht scheidet, oder in der Knospenschuppe und Knospe, sondern auch in dem wurzelartigen Stock selbst im Gegensatze seiner peripherischen und centralen Produktion herrschend, so dass die peripherische vorzugsweise in Reife und verjüngter Knospenansetzung, dagegen die centrale in vermehrter Erscheinung und Entwicklung steht (Stengelchen). Wie aber in der Fruchtreife die Gegensätze des Blüthenwesens ausgeglichen werden, da die simultane Produktion fast völlig herrschend wird, so besteht zwar noch einige Scheidung zwischen höherer und niederer Vegetation (hier gemeine und Fruchtwedel). Allein die Gebilde derselben sind fast völlig gleichartig und die peripherische untere Produktion hat sich somit wieder zur Gleichmässigkeit mit der centralen erhoben. Zugleich ist aber auch mit der vermehrten Produktion eine erhöhte Innerlichkeit eingekehrt, wie der baumartige Stock der Marattiaceen beweist. Da in diesem Axengebilde die Fruchtartigkeit

herrscht, so gelangt dessen Geschichte auch zu demselben endlichen Resultat wie fast jede Frucht in der Reife, da nämlich die blüthenreceptakelartige Oeffnung und die Entäusserung des reifen Gehaltes, der Samen, einkehrt. Denn während die erneute peripherische Produktion heranwächst, gelangt die centrale zur höhern Reife, so dass der Gipfeltrieb des Haupt-Axengebildes wieder gebrochen und expandirt wird. In diesem Lebensmoment liegt die Erscheinung der durch die höhere Reife ausgebreiteten, etwas vertiefter Hülle des *blüthenreceptakelartig* aufgebrochen erscheinenden Stockes von Marattia. Wie in den Ophioglosseen eine Ungleichheit in der peripherischen und centralen Produktion herrscht, da die centrale in vermehrter Produktion und Entwicklung steht, während die peripherische den Zustand der Erschöpfung und Wiederverjüngung hat, so ist hier der umgekehrte Fall, da nämlich in der Centralität die Produktion zur höhern Reife und Erschöpfung fortgeschritten ist, die aber hier nicht mehr den Nachsatz der innerlichen Regermination und Wiederverjüngung erlangen kann, während die peripherische Produktion gesteigert ist und vorherrscht.*) Vielmehr erfolgt hiemit wie in völliger Fruchtreife die *Aussaat* und *äussere* Germination der keimenden Wedel nach. Zwar haben dieses Lebensmoment die Wedel der Marattiaceen erst zum Theil, indem sie nicht wie Embryen in Samenschalen zur innerlichen Ansetzung und Erscheinung im wahren verschlossenen Embryozustand zurückgehalten werden können, sondern als Zweige auswachsen.

*) Frondes in uno rhizomate nonnullæ simultaneæ excluduntur gemmis margini rhizomatis, ubi in squamas abit, enatis. Martius iconn. plantt. cryptog. brasil. p. 120.

Demnach haben sie noch eine Seite der *Innerlichkeit* und des *innerlichen Ursprungs* aus einer gemeinsamen innerlichen Grundlage, dem Pflanzenkörper oder Stamm, bewahrt. Allein die auf die *Marattiaceen* folgende erste Familie der folgenden Ordnung der Ringfarne, nämlich die *Osmundaceen*, erlangen die *völlige äussere* Germination der Wedel, da jeder wie ein selbstständiges Zweiglein seine eigenen *Wurzeln* in die Erde schlägt und fast wie ein besonderes Pflänzchen erscheint, da alle nur lose unter sich zusammenhängen.

Die *Wedel (Zweige)* oder *Blätter* der *Marattiaceen* zeichnen sich wie die der folgenden Ordnung der Ringfarne vor denen der Ophioglosseen einestheils durch den in ihnen vorherrschenden Charakter der Reife und Expansion aus, anderntheils sowohl durch Grösse und reichere Produktion, als auch durch die höhere Regelmässigkeit innerlicher Bildung und Theilung. Denn es herrscht nicht mehr jene Unbestimmtheit und Regellosigkeit in Theilung und Umgrenzung, welche die in sich wie zerfallenen Wedel der Ophioglosseen zeigen, sondern geregeltes Maass und Ordnung, Gleichmässigkeit zwischen Expansion und deren Begrenzung, gleicher Wechsel zwischen Schatten und Licht, zwischen Scheidung und Bindung der Theile. Dies ist im Allgemeinen die sog. *Fiederschnittigkeit*, welche hier Norm ist und ihren Grund in der Metamorphose der Erscheinungen durch das *seminale* Lebensmoment hat. Denn dieses liegt im Wechsel und Gegensatz von Reife und Regermination, von erschöpfter und wieder vermehrter Produktion, von Verschluss und Aufschluss. Darum erscheinen auch die Fiedertheile in zweireihiger Stellung absatzweise zu zwei und

zwei opponirt am Träger wie in einem Karpell die Samen, da ja diese Blätter vom Fruchtwesen stammen, und somit in ihrer Produktionsweise auch den Typus der Erscheinung des niedersten Fruchtwesens oder gleichsam der offenen Karpelle haben müssen. In diesem *absatzweisen Sprossen* und Erheben der Paare von Fiederstücken beweisen sie daher nicht nur ihre Natur von *Axenartigkeit*, sondern auch ihre Uebereinstimmung mit der ähnlichen *absatzweise* in einzelnen Blätterwirteln aufsprossenden Vegetation des *Farnenstammes* und der Gliederung des Schaftes bei einigen Familien der Gonatopteriden.

Noch mehr tritt die dem höhern Leben eigenthümliche Ordnung und Regelmässigkeit in der Beschaffenheit der Produktion innerhalb der Blattflächen auf, wie vor Allem die regelmässige Anordnung der Gefässbündel und die Verästelung des Gerippes beweist, worauf bei den Farnen sogar schon Gattungen und Arten gegründet wurden. Denn da die äusserlich hervortretende Erscheinung von Kapselchen in einer hohen Regelmässigkeit erscheint, so muss die *innere* Grundlage, von der diese äussere Produktion ausgeht, dasselbe Gesetz in höherer Schärfe und Genauigkeit befolgen, da sie in grösserer Selbstständigkeit steht als die äussere Erscheinung. Diese Gesetzlichkeit der Erscheinung geht aber aus der Herrschaft des Blüthenwesens mit seinen Gegensätzen von Reife und vermehrter Reproduktion, welche sich in jedem Theile gegenseitig durchdringen, hervor. Darin ist auch das Ebenmaass und die geregelte Gegenbeziehung von Verästelung und Anastomose des Wedelgerippes begründet. Darin beurkunden die *Wedel* auch noch ihren Ursprung aus der höhern Vegetation des Fruchtwesens.

Da der Beginn der Scheidung in gemeine und Fruchtwedel bei den Isoëteen in der Herrschaft der gegnerischen Erscheinung des Blüthenwesens begründet ist, worin Knospen und Entfalten, obgleich beide in jedem Blüthentheile sich gegenseitig durchdringen, dennoch in den Gegensatz der Blüthenerscheinung hervortreten, indem im niedern Theile (Staubgefäss) die Reife und Aeusserlichkeit, im höhern Theile aber (Pistill) die knospige Innerlichkeit und die innerliche Germination *vorherrscht;* so ist nun dieser Gegensatz in den gemeinen Wedeln im Vergleich mit den Fruchtwedeln bei den Marattiaceen und der folgenden Ordnung der Ringfarne überhaupt zu *höherer Stärke* gelangt, so dass die gemeinen Wedel nicht mehr blüthenartig erscheinen können. Dies ist somit ein ähnlicher Fortschritt wie der Uebergang des Verstäubungsorgans aus der Indifferenz des Androphorums bei den Monopetalen in die Differenz bei den Polypetalen, wo sich die Staubgefässe des peripherischen Kranzes in die Gegensätze von Gebilden der vorherrschenden Entäusserung und der innerlichen Reproduktion in zwei geschiedene selbstständige Gebilde, Petalen und Stamina, völlig scheiden, während diese noch bei der monopetalischen Blüthe *ein* organisches Ganze, die Corolla monopetala mit den Antheren, ausmachen. Diese Scheidung aus dem ursprünglich fast indifferenten *einen* Gebilde in zwei von entgegengesetzter Natur kann man auch in Analogie stellen mit der Differenzirung des Karpells in die selbstständige freie Erscheinung einer Placenta und einer für sich leeren Fruchtvalvel. In dieser Analogie der Differenzirung beider Blüthentheile stellt sich daher auch das Staubgefäss der Kotyledoneen, wie das Equisetaceensporokarp, als ein

naktes Placentengebilde dar, dessen *Hülle,* die beim Staubgefäss ursprünglich in dem Androphorum liegt, schon von Anfang an aufgebrochen ist und als *Petalum* erscheint. Daher kann sich aber auch die Produktion dieses äusserlichen schwachen Placentengebildes sowohl beim Sporokarp als Staubgefäss in diesem Zustande der Reife und der Abhängigkeit vom Entäusserungstrieb noch nicht zur höhern Innerlichkeit und vermehrten Reproduktion der Samen und Embryen erheben, sondern nur Sporen- und Pollensäckchen erzeugen. Zwar erheben sich die Sporenkapselchen der Ringfarne in den Zustand *höherer Innerlichkeit*, da sich ihre Hüllen sogar in dem ächten Ringe dem Anscheine der karpell- oder samenartigen Beschaffenheit nähern. Ja selbst die Sporokarpien, nämlich die Venen mit den Sporenhäufchen, der Fruchtwedel, erlangen den Zustand grösserer Innerlichkeit und Verbergung, als jene der Equisetaceen, da sie zum Theil innerhalb der Wedelsubstanz gelagert sind und, mit dieser fast verwebt, nicht mehr (mit Ausnahme jener der Cyatheaceen) frei hervortreten. Allein diese Hülle ist dennoch bei dem vorherrschenden Entäusserungstrieb in dieser Klasse noch offen und vielmehr nur eine Decke als eine verschliessende Fruchthülle. Da die *Fiederschnittigkeit* der Wedel aus der karpellplacentenartigen Grundlage des Ophioglosseensporokarps hervorgeht, so liegt auch der erste Ansatz dazu schon im Sporokarp der Equisetaceen, so wie in dem daher stammenden vierblättrigen Blatte von Marsilea u. s. w. Allein das Sprossen und Erheben der Theile über einander, welches erst Folge des karpellartigen Fortschrittes zur Vermehrungsgeschichte ist, fehlt hier noch, wie bei den Antherenfächern. Erst auf der Spitze

dieser Ordnung, insbesondere in dem karpellartigen Fruchtträger der Ophioglosseen und in den Organen der Marattiaceen, wo die Herrschaft des Pistillar- und Fruchtwesens in höherem Grade waltet, wird dieser Karpelltypus sowohl in der höhern als niedern Vegetation durchdringend herrschend.

Seinem Ursprung nach ist der Wedel der Laubfarne weder ein wahres Blatt, wozu er erst auf folgenden Gradationen, wie bei den Palmen u. s. w. übergeht, noch ein *volles* Axengebilde als *wahrer* Zweig, obgleich er ursprünglich aus der Verzweigung des Axengebildes, des Blüthenreceptakels oder der Frucht, bei den Isoëteen hervorgeht, sondern ein *Mittelzustand* zwischen jenen Extremen von Reife und innerlicher Regermination. Schon Linne hat dieses Gebilde, dem Mohl (s. dess. vermischt. bot. Schriften) u. And. mit Unrecht die ausschliessliche Blattnatur vindiciren wollen, *nicht* für ein *reines Blattorgan* gehalten. Allein seine Erklärung, welche in neuester Zeit Link (element. philosoph. bot. II. ed. I. p. 480) und And. wieder aufgenommen und ausgebildet haben, indem sie in dem Wedel die grössere oder geringere Verwachsung des Blattwesens mit einem in seiner Achsel stehenden Aste zu einem zusammenhängenden Ganzen, wovon der Ast als Mittelnerv erscheinen solle, sehen wollen, ist als eine hier wie bei den Lebermoosen völlig unrichtige Ansicht zu beseitigen, obwohl die dafür eingeführte Benennung „*Wedel* oder *Laub* (frons)" zur *Unterscheidung* von den wahren eigentlichen Blättern immerhin als zweckmässig beizubehalten sein dürfte.

Dieser Abstammung der *Wedel* von der *Frucht* entspricht auch die Blattlage im *Knospenzustand* derselben (præfoliatio), da sie in der Jugend gegen die

allgemeine Achse zu wie Fruchthüllen in sich, sogar *schneckenförmig, zusammen* und *eingerollt* (circinnatim involuta) erscheinen, was bei der Knospenlage der Blätter der Kotyledoneen nur äusserst selten vorkommt. Denn bei den Farnen herrscht noch die Vereinzelung und Selbstständigkeit eines jeden Wedels (da er ja zugleich als Zweig erscheint) und jeden Fiederblättchens vor, so dass jedes für sich seinen eigenen Knospenzustand hat und sich auf sich selbst zusammenzieht, während im höhern Gewächsreich die Ausbildung der Blatthälften und die Gegenbeziehung der Blätter in der Gemeinschaft eines Ganzen (Knospe) die gesellige Lage bedingt. Daher stehen auch fast überall die Wedel in successiver Folge von spiraligen Reihen vereinzelt, wovon in der folgenden Ordnung weiter gehandelt werden wird. Doch beginnt bei den *Marattiaceen* die Einrollung erst nur schwach auf der Spitze, wo die Wedel hakig gebogen (incurvae) vorkommen.

Wir haben ferner schon oben auf den Grund der Akotylenvegetation in verjüngten Gipfeltrieben aufmerksam gemacht. Da diese Wedel in ihrer Natur als *embryenartige Axenorgane* (*Zweige* der akotylischen Pflanzen) eine ähnliche Vegetationsweise haben wie alle centralen oder Haupt-Axenorgane der *Akotylen*, so steht die Basis schon in Reife, während die Spitze durch innovirende Gipfeltriebe fortschreitet und erst neu aufsprosst. Darin gibt sich darum auch die *Axennatur* dieser Wedel im Gegensatze gegen die wahre Blatterscheinung kund. Denn die Stengel und Zweige der Akotylen, welche als *erste* Axenorgane des Gewächsreichs sporokarpien- oder embryenartig mit dem Gipfelknospenansatze erscheinen, haben darum auch, wie die Ophioglosseen, Osmun-

daceen, Lycopodiaceen u. a. beweisen, den Ansatz der Sporenbehälter *ursprünglich* auf der Spitze wie die Sporokarpien und Staubgefässe ihre Staubsäckchen. In dieser Axennatur der Wedel setzen sich nicht nur oft sog. Brutknospen und Bulbillen an verschiedenen Stellen an, sondern es gibt auch bei den Ringfarnen Fälle, in denen am Ende der Wedelspindel Gipfelknöspchen erscheinen, die am Gewächs selbst in Germination gehen und Wurzeln schlagen (Asplenium rhizophyllum, A. flabellifolium, Aneimia radicans, Woodwardia radicans u. a.), so dass solche Wedel, wie ausläuferartige *Stengelsprossen* (stolones, sarmenta) erscheinen. Als das gerade *Gegentheil* zeigen sich die *wahren* und *gefiederten Blätter* wie z. B. bei den Leguminosen. Denn hier steht im Allgemeinen die Spitze sowohl des ganzes Blattes als der einzelnen Blättchen in vorherrschender Reife, Entwicklung und Erschöpfung, wo jene noch den knospigen Zustand haben, wie in unserer Schrift über die Leguminosen schon erörtert wurde. Auf dieser Spitze kehrt daher die Abnahme ein, wie vor Allem die abgebrochen gefiederten Blätter der Vicieen beweisen, während an der Basis wie in den grossen Anhängeblättern und den geflügelten Stengeln deutlich ist, eine verjüngte Blattbildung heranwächst.

Im Allgemeinen herrscht in der Bildung und Fülle der *Wedel* schon bei dieser Familie ein grosser Reichthum der Produktion, da sie hier schon ähnlich wie oft in den folgenden Ringfarnen in die üppige Verzweigung und in die doppelt- ja dreifachfiederschnittige Erscheinung fortschreiten. Auch haben sie eine Fülle des expansiven Materials der Blättchen, die kaum irgendwo in der folgenden Ordnung der Ringfarne grösser ist. Allein darin übertreffen sie sogar

diese, dass im Allgemeinen hier die Blattsubstanz mehr gerade aus- und vorwärts in die Länge hervorgestossen wird, wodurch die *langen lanzettlichen* Fiedertheile (pinnæ et pinnulæ elongato-lanceolatæ) entstehen, während diese in der folgenden Ordnung am *Grunde* die vorherrschende Ausbreitung haben. Hier herrscht also noch der dem horizontalen Seitentrieb und der Theilung mehr widerstrebende Trieb des Sprossens mit seiner Neigung zur innerlichen Zurückhaltung und Bindung wie in der Frucht, so dass die Fiedertheile auch meist ganzrandig oder doch nicht so tief eingeschnitten sind als die der Wedel der folgenden Ordnung. Auch bekundet sich hierin noch eine reiche Substanzfülle dieser Wedel, die noch frei in die Entwicklung hinaus gelassen wird. Dennoch haben die Blättchen oder Fiederstücke noch keine Selbstständigkeit in einem eigentlichen Stiele, so dass sie oft sogar an der Basis unter einander zusammenhängen und in einander verfliessen. In der ursprünglich embryenartigen Entstehungsweise der Wedel liegt, wie schon bei den Characeen angedeutet wurde und in Behandlung der folgenden Ordnung der Ringfarne weiter erörtert werden wird, auch der Grund der ursprünglich reihenweisen *Stellung* derselben, wovon sie aus Gründen, die zum Theil dort angegeben wurden, im Allgemeinen in die Spiralstellung übergehen *). Insbesondere haben auch die Wedel

*) Die Spiralstellung der Blätter ist durchaus nicht so regelmässig, dass sie ein bestimmtes mathematisches Gesetz der Progression befolgten, wie Schimper und Braun u. A. meinten, deren Berechnungen nicht mit der Natur übereinstimmen. Wie schon Prof. C. H. Schultz (Neu. Syst. d. Morphol. d. Pflanz. S. 161—164) u. Andere bewiesen haben, ist das

der Marattiaceen sehr starke Stiele oder Strünke und starkes Gerippe.

Die Wedel gehen aus Knospen hervor. Diese sind bei Marattia ursprünglich fast kugelig und im Grunde zwischen ziemlich grossen Schuppen versteckt, deren Abstammung und Bedeutung wir schon bei den Ophioglosseen erörtert haben. Da in diesen Schuppen selbst die vermehrte Produktion der Wedelbildung nicht mehr erreicht wird, so bricht sie von Neuem ausserhalb dieser reifen Gebilde in deren Axillen um so kräftiger und üppiger hervor. Damit tritt somit das Blatt- und Zweigwesen wie der Same in Embryo und Schale in die zweiseitige Polarisation und Differenzirung, welche wir schon in den Ophioglosseen im Typus des Gegensatzes der Blüthenerscheinung wahrgenommen haben und welche überhaupt an die Axillarknospen der Phanerogamen grenzt.

Dass fast allgemein die Sporenbehälter der Laubfarne auf der *untern* Wedelfläche vorkommen, wonach diese Pflanzen auch hypophyllospermæ (epiphyllospermæ *Ray)* genannt werden, hat seinen Grund nicht allein in diesem Triebe zur Verbergung und zum Schutze derselben *unter* dieser Blattdecke, sondern auch in der ursprünglichen Abstammung dieser Fruchtwedel aus der *Placenta* der vorzugsweise karpellartig gestalteten Frucht der *Rhizokarpen* und *Isoëteen*, wie bei den Ophioglosseen dargestellt wurde.

Auf ähnliche Weise enthält der Hut (hymenophorum) der Agaricinen die Schlauchschichte auf seiner *untern* Fläche, da diese ursprünglich, wie in den diesen voraus-

---

ganze Facit dieser Blattstellungsberechnungen und Darstellungen falsch, weil man von unrichtigen Voraussetzungen zu rechnen angefangen hat.

gehenden Pilzen deutlich ist, die *innere* war. Eben so enthält das *Equisetaceensporokarp* seine Sporenbehälter auf der *Unterfläche* der peltaförmig ausgebreiteten Spitze (Connectiv) und manche Lebermoose wie z. B. Marchantia polymorpha auf der untern Fläche der Ausbreitung der Spitze der Fruchtspindel (rhachis radiata). Ja es ist diese Erscheinung selbst keine Seltenheit bei der *Verstäubung* der *Kotyledoneen* wie z. B. der Irideen, Colchicaceen u. a., wo die Staubkölbchen *auswärts* gerichtet sind und an dieser *äussern untern* von dem Pistill abgewendeten Seite des Trägers aufspringen. Um so mehr stimmt das Hinabziehen der in materieller Fülle und grösserer Ausbildung zunehmenden, also mehr der karpellartigen Vermehrung nahenden, Sporenbehälter der Laubfarne auf die *untere* Fläche der Wedel damit überein, indem diese hier eine grössere Substanzfülle und ein reichlicheres Material haben, wie die über diese Fläche oft hervorstehenden Rippchen beweisen. Gleichen Grund hat auch das *Hinabrücken der Sporenbehälter*, zumal der ächt beringten, von der Spitze des Trägers, welche sie z. B. bei dem Equisetaceensporokarp und bei den Ophioglosseen, ja selbst noch bei manchen der auf dem Eingang der folgenden Ordnung stehenden Gattungen (z. B. Hymenophyllum, Schizaea) einnehmen, nach der Mitte und dem Grunde der Wedel und ihrer Fiederstücke. Die Herrschaft dieses Lebensmomentes im Fortschritte aus der staubgefäss- in die pistillartige Produktionsweise hat überhaupt hier, wo das Lebensprincip der ersten Klasse überall darauf hinzielt, die Erscheinungen aus dem reifen erschöpften embryenartigen Keimansatze in die äussere Germination und vermehrte Produktion durch erneute Ernährung überzuführen, eine

sehr grosse Ausdehnung seiner Kraft und Wirkung, so dass der ähnliche Vorgang in allen andern Organen auf mehr oder minder klare Weise hervortritt. Vor Allem zeigt dies die Wedelbildung in ihrem Fortschritt aus der zuerst einfachen und noch schwachen wenig expandirten Axe der Ophioglosseen in die reichlichste Produktion und materielle Fülle der doppelt- und mehrfach-fiederschnittigen Wedel der Ringfarne, wovon schon bei den Ophioglosseen gehandelt wurde. Denn obgleich die Erscheinung von der schmalen, fast zungenförmigen Blattscheibe bei den Ophioglosseen ausgeht, welche die Spitze der Axe einnimmt, so wächst doch auf den folgenden Gradationen ein so üppiger materieller Reichthum und zwar hauptsächlich in *lateraler* und *horizontaler* Richtung und Ausbreitung, so wie *abwärts* in Ueppigkeit des Strunks heran, dass oft durch diese überhandnehmende *laterale* Produktion und *abwärtsgehende* Vermehrungsgeschichte sehr breite hand-, fuss- oder fingerförmig, an der Spitze zertheilte Strünke vorkommen, wovon die einzelnen Zweiglein eigene fiederschnittige Wedel enthalten. Den höchsten Fortschritt in dieser lateralen Vermehrungsgeschichte enthalten aber die wiederholt gabelästigen Strünke, welche sich bei manchen Gleicheniaceen finden, wovon die Aeste fiederschnittige und sogar doppelt fiederschnittige Wedel tragen.

Mit dem Hervortreten der Sporenbehälter auf der untern Fläche stimmt gleichfalls die innere anatomische *Beschaffenheit der obern und untern Blattfläche* überein, da die Schichtungsverhältnisse des Blattparenchyms der Wedel der Farne, Cycadeen und Palmen mit denen der Flächen des Dicotylenblattes fast übereinstimmen. Diese Uebereinstimmung, welche keineswegs dazu berechtigt, diese Kreise, wie Manche

irrthümlich versuchten, zu den Dicotylen zu stellen, besteht darin, dass die Zellen der Schichtung in der Blattscheibe, welche der obern Blattfläche zunächst stehen, etwas in die Länge gestreckt sind und eine aufrechte vertikale Stellung zu dieser Fläche haben, während die der untern Fläche zunächst liegende Zellenschicht aus meist sphärischen, seltener aus polyëdrischen Zellchen besteht. In dieser Zusammensetzung liegen die Zellen der obern Blattschichte sehr dicht gedrängt an einander, während das an und für sich schon lockere Gewebe der untern Schichte viele Intercellulargänge und Lücken zwischen sich lässt. Ja die Wedel haben auch nur auf der *untern* Blattfläche Spaltöffnungen wie das Dicotyledonenblatt, während solche bei dem Monocotyledonenblatt auf beiden Blattflächen sich befinden. Auch hat die untere Blattfläche der Wedel noch einen grössern Reichthum an Material als die obere, indem sie stets mehr Zellenlagen hat. Da die obere ursprünglich dem peripherischen Fruchttheil und also dem bindenden Umfang des Stammwesens angehört, so zeigt sie grössere Verschlossenheit. Da aber die untere lockere dem Separationstrieb und der im Innern der Frucht herrschenden Expansion unterliegt, so erhellt hieraus noch deutlicher, dass hier ursprünglich die höhere Reife und Entäusserung herrscht, also das Wurzelwesen in Haaren und Spitzen hervorbrechen kann. Wie daher die äussere erneute Produktion wie z. B. das knospige Blattwesen in den Amphigastrien der Lebermoose und das Wurzelwesen auf der untern dem Boden zugewendeten Blattfläche oft einkehrt, so tritt auch hier die innerliche Regermination und Reproduktion des Gegensatzes vom Wurzelwesen oder die Erscheinung der wurzelfähigen Zellchen im

Embryozustande, der Wurzelkeime als Sporen, hervor.

In diesem Zusammenhang wird auch die Natur des *ächten Schleierchens* (indusium) verständlich, da dieses nicht die ausgeschiedene Blattepidermis ist, wie wir schon oben bei den Rhizokarpen angedeutet haben und schon Treviranus (vermischt. Schrift IV. S. 86) gezeigt hat, sondern ein eigenthümliches Organ, ein eigenes Produkt aus der innern Wedelsubstanz, das wohl mit einem sehr dünnen zarten Perikarp (öfters springt es sogar in Klappen auf) oder einer sogen. Innenhaut, dergleichen die Mooskapsel und die Rhizokarpenfrucht zeigen, verglichen werden könnte, da ja die untere Fläche des Wedels ursprünglich dem Innern der Frucht angehört. Obwohl es bei seiner dünnhäutigen Beschaffenheit und seinem frühzeitigen Aufreissen ausser seiner Jugendzeit den Keimen und Sporenbehältern keine sonderlich grosse Verhüllung gewährt, so ist es doch um so bedeutsamer, als es fast nur zugleich mit den *ächt beringten* Sporenbehältern, also im Lebensmoment gesteigerter Reife erscheint, wo das Leben gegen die Ueberreizung in den Reactionszustand, den der Erhaltungstrieb für die innere Regermination herbeiführt, fortschreiten muss. Wie also die Sporenbehälter sich mehr der Gestaltung im Typus von Karpellen nähern, ist auch die höhere Innerlichkeit dieser Gebilde gefördert, so dass über die ursprünglich offene *Placenta* als Spindel (Vene) der Sporenbehälter oder als Träger und Receptakel der sog. Fruchthäufchen eine eigene Hülle heranwächst. Man könnte sogar dieses Indusium auch mit dem petaloidisch oder häutig expandirten Connectiv der Anthere bei den Apocyneen ver-

gleichen, das sich wie ein dünner Mantel über die Antherenloculi ausbreitet und sie umhüllt.

Der Trieb zu höherer Innerlichkeit zeigt sich auch nicht selten in der Form des Fruchtwedels selbst, da dieser bei vielen Ringfarnen den Rand nach der Unterfläche hin umgebogen hat und sogar unter diesem Rande oft die Sporenbehälter birgt, also auch hierin seine ursprüngliche Abstammung aus der Fruchthülle als obere Hälfte derselben verräth. Jedoch wird sowohl in den gemeinen als in den Fruchtwedeln der Marattiaceen die Keimfülle rückhaltlos der Entäusserung hingegeben, was beweist, dass hier noch eine reiche Grundlage des Materials für die Entwicklung zu Gebot steht, so dass diese Reaction des Erhaltungstriebes hier noch nicht einkehrt. Diesemgemäss kommt auch in der Zahl der hier noch *zweireihig* erscheinenden einfächerigen *Sporenbehälter* eine Vermehrung ins Unbestimmte vor. Allein da sie noch nicht auf Stielchen, wie so oft bei den Farnen der folgenden Ordnung erhoben sind, sondern in dicht gedrängter Erscheinung sich berühren, so sind sie unter sich reihenweise verwachsen. Jeder fruchtbaren Quervene sitzen zwei solcher verwachsenen Reihen dem *Blattrande sehr genähert* (fast randständig) auf, so dass jeder solche Verein der in der Reihe verwachsenen Sporenbehälter eine längliche vielfächerige *Scheinkapsel* als Gesammtfrucht in scheinbarer Einheit eines Ganzen (ähnlich wie ein Verein von verwachsenen *Karpellen* der Phanerogamen) darzustellen scheint. Schon bei einigen Lycopodiaceen wie Berhardia haben wir diese Verwachsung der Sporenbehälter zur mehrfächerigen Scheinkapsel erörtert. Ja diese Erscheinung der Verwachsung zu einer *Gesammtfrucht* wird um so bedeutsamer, wenn wir die Sporenbehälter in ihrem Cha-

rakter als *Karpellgebilde* betrachten. Denn da eine solche *mehrfächerige Scheinkapsel* der *Marattiaceen* einem *Fruchthäufchen* (sorus) der folgenden Ordnung entspricht, so folgt, dass jeder Sorus eine solche *Gesammtfrucht* oder eine Einzelblüthe ist. Dennoch verrathen die Theile derselben bei den Marattiaceen ihre ursprüngliche Selbstständigkeit auch darin, dass sie einzeln in einer sehr kleinen Queerspalte auf der Spitze wie bei den Ophioglosseen aufspringen, wovon die Reihe als capsula multilocularis longitudinaliter dehiscens beschrieben wurde. Bei Danaea sind sogar die zwei parallel neben einander verlaufenden Reihen unter sich verwachsen. Die *Sporenbehälter* der Marattiaceen sind zwar häutig lederartig, haben aber dennoch nicht mehr die dicke, derbe Hülle und solche Grösse wie die der Ophioglosseen. Da ihnen überdies noch die innigere Verhüllung durch den sog. Ring der folgenden Ordnung abgeht, so haben sie für ihr Bedürfniss innigerer Verbergung der Keime einen Ersatz in der Verwachsung. Auch ist bei Danaea die ganze Reihe der Sporenbehälter mit einem schmalen die Reihe umrandenden unächten Schleierchen versehen. Auch bei Marattia wird von Martius ein indusium longitudinaliter bivalve cum sporangiis arcte connatum beschrieben, möchte aber wohl ein Bestandtheil der Sporenkapselhüllen selbst sein. Die *Sporen* und ihre *Keimung* stimmen im Allgemeinen mit denselben Erscheinungen und Vorgängen in der folgenden Ordnung der Ringfarne überein, wo wir darüber ausführlicher handeln werden.

Frankfurt am Main,

bei Heinrich Ludwig Brönner.

1848.